

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
Přírodovědecká fakulta
Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie



**Webové technologie pro on-line GIS
na příkladu vybraných funkcí**

Bakalářská práce

Web technologies for on-line GIS, presented
at an example of selected functions

Bachelor's thesis

Pavel BŘICHNÁČ

Srpen 2008

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Michal Schneider

Zadání bakalářské práce

pro Pavla Břichnáče
obor Geografie a kartografie

Název tématu: Webové technologie pro on-line GIS na příkladu vybraných funkcí.

Zásady pro vypracování

Cílem práce je zmapovat současné webové technologie a na základě jejich porovnání navrhnout optimální řešení pro vytvoření on-line GIS na příkladu zvolených funkcí `clip`, `split`, `erase`, `identity`, `intersect`, `union`, `merge`, `buffer`. Výsledkem bude schéma architektury navrhovaného řešení s podrobným popisem použitých webových technologií.

1. On-line GIS

- Co je on-line GIS? Popis zvolených funkcí `clip`, `split`, `erase`, `identity`, `intersect`, `union`, `merge`, `buffer`.
- Jaké jsou další možnosti distribuovaného zpracování prostorových dat.
- Proč vytvářet on-line GIS?
- Klady a zápory on-line GIS proti ostatním řešením distribuovaného zpracování prostorových dat.

2. Webové technologie

- Jaké se v současnosti používají webové technologie?
- Návrh metodiky a porovnání jednotlivých web. technologií, jejich klady a zápory.
- Použitelnost jednotlivých web. technologií pro vytvoření on-line GIS, jejich klady a zápory.

3. Návrh on-line GIS

- Přehled možností, pomocí nichž lze vytvořit on-line GIS.
- Návrh vhodného řešení reprezentovaného schématem, v němž budou znázorněny a popsány vazby mezi jednotlivými komponentami navrhovaného řešení
- Zdůvodnění výběru takového řešení.

4. Zhodnocení

- Zhodnocení navrhovaného řešení.

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: 30 – 45 stran

Seznam odborné literatury:

PENG, Zhong-Ren , TSOU, Ming-Hsiang . *Internet GIS : Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks*. 2003th edition. [s.l.] : [s.n.], 2003. 679 s. ISBN 0-471-35923-8.

ZELKOWITZ, Marvin. *Advances in Computers : Web Technology* . Zelkowitz Marvin. [s.l.] : Academic Press, 2006. 346 s. ISBN 978-0120121670.

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Michal Schneider

Konzultant bakalářské práce: Mgr. Stanislav Grill

Datum zadání bakalářské práce: 18. 1. 2008

Termín odevzdání bakalářské práce: podzim 2008

Platnost tohoto zadání je po dobu jednoho akademického roku.

.....
Vedoucí bakalářské práce

.....
Vedoucí katedry

V Praze dne 18. 1. 2008

Prohlášení kvalifikační práce

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem všechny použité prameny řádně citoval.

Jsem si vědom toho, že případné použití výsledků, získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Praze, dne 11. srpna 2008

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé práce Mgr. Michalu Schneiderovi za věnovaný čas, cenné rady a připomínky. Dále bych chtěl poděkovat konzultantům Mgr. Stanislavu Grillovi a Mgr. Jiřímu Kvapilovi za podnětné připomínky a doporučení, Prof. RNDr. Petru Kulhánkovi, CSc. za věcné připomínky a Mgr. Petru Poštovi a Ing. Václavu Kaizrovi, PhD. za kontrolu textu. Děkuji také Ing. Erice Orlitové ze společnosti GISAT za poskytnutí metodiky k projektu CASCADOSS. Můj velký dík také patří snoubence Janě, která mi byla v době psaní práce oporou.

Webové technologie pro on-line GIS na příkladu vybraných funkcí

Abstrakt

Bakalářská práce se věnuje problematice distribuovaného zpracování geografických dat – on-line GIS. Cílem práce je porovnat a navrhnout optimální webovou technologii pro realizaci následujících funkcí: clip, split, erase, identity, intersect, union, merge, buffer.

Čtenáři bude v práci vysvětlen pojem on-line GIS, motivace jeho zavádění do praxe, jeho klady a nedostatky. Bude zde uveden popis webových technologií, které jsou vhodné pro on-line GIS a dnes se běžně používají, návrh metodiky hodnocení a jejich klady a zápory.

Výsledkem bude schéma architektury navrhovaného řešení s podrobným popisem použitých webových technologií.

Klíčová slova: on-line GIS, web GIS, internet GIS, distribuovaný GIS, webové technologie

Web technologies for on-line GIS, presented at an example of selected functions

Abstract

The bachelor's thesis focuses the topics of distributed processing of geographical data – on-line GIS. The goal of the work is to compare the technologies against each other and to propose the best web technology for the implementation of the following functions: clip, split, erase, identity, intersect, union, merge, buffer.

Readers will get explained the term of on-line GIS, motivations for its implementation into the practice, its strengths and weaknesses. The paper provides a description of web technologies suitable for use in on-line GIS being currently in general use, a proposal of its evaluation methodology and its strengths and drawbacks.

The outcome is a scheme of architecture of the solution proposed, with detailed description of the web technologies utilized.

Keywords: on-line GIS, web based GIS, internet GIS, distributed GIS, web technologies

Obsah

1. ÚVOD.....	8
2. ON-LINE GIS.....	9
2.1. CO JE ON-LINE GIS?	9
2.2. MOTIVACE ZAVÁDĚNÍ DO PRAXE	10
2.3. POPIS ZVOLENÝCH FUNKCÍ.....	11
2.4. POŽADAVKY NA ON-LINE GIS	16
2.5. KLÍČOVÉ VLASTNOSTI ON-LINE GIS.....	16
3. WEBOVÉ TECHNOLOGIE	18
3.1. TYPY ARCHITEKTUR.....	18
3.2. TYPY SÍTÍ	19
3.3. WEBOVÉ TECHNOLOGIE	21
3.4. PROGRAMOVACÍ JAZYKY (PLATFORMY).....	24
3.5. STANDARDY PRO VÝVOJ APLIKACÍ.....	27
3.6. WEBOVÉ A APLIKAČNÍ SERVERY	27
4. METODIKA.....	28
4.1. KRITÉRIA PRO VÝBĚR TECHNOLOGIE.....	28
5. NÁVRH ON-LINE GIS.....	33
6. SHRUTÍ	39
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	41
SEZNAM OBRÁZKŮ	45
SEZNAM TABULEK.....	46
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	47
SEZNAM PŘÍLOH.....	53

1. Úvod

Vývoj v geinformatice je úzce spojen s objevy na poli počítačové techniky. V posledních desetiletích došlo k výraznému posunu výpočetního výkonu počítačů a tak dříve nerealizovatelné úlohy nyní můžeme provádět na osobních počítačích. Zvláště poslední dekáda, kdy došlo k masovému rozšíření internetu, přinesla bouřlivý rozvoj aplikací a technologií, které komunikují po síti. Nejinak tomu bylo v geinformatice. Koncept distribuovaného zpracování geografických dat dostává konkrétní podobu a tzv. on-line GIS se postupně začíná šířit mezi odborníky geoinformatiky do praxe.

Člověk je odpradáвна tvor zvědavý. Jeho touha po poznání stála v minulosti u všech velkých objevů. Šíření objevů a poznatků bylo doménou vzdělaných lidí a dělo se tak prostřednictvím vyprávění, po vynálezu knihtisku i knižní formou. Dnešní doba nám dala do vínku internet – mocný nástroj k přenosu a sdílení informací. Stejného nástroje využívá on-line GIS. Umožňuje díky internetu provádět sofistikované výpočty a složité simulace na vzdáleném počítači, který posléze výsledek zašle uživateli. Díky tomuto přístupu, kdy není nutné vlastnit výkonný hardware a drahý software, bude umožněno nahlédnout pod pokličku geografickým informačním systémům i nadšencům nebo neodborné veřejnosti.

Předkládaná práce má za úkol přiblížit možnosti on-line GIS, porovnat webové technologie, které jsou pro on-line GIS vhodné, a diskutovat jejich výhody a nevýhody.

2. On-line GIS

Chápání pojmu on-line GIS nemusí být zcela intuitivní, proto níže uvádím některé definice.

Geografický informační systém (GIS) integruje hardware, software a data pro sběr, zpracování, analýzu a zobrazování všech forem geograficky vztažených informací. Podle [4].

Geografický informační systém (GIS) je informační systém navržený pro práci s daty, která jsou reprezentována prostorovými nebo geografickými souřadnicemi. Je to automatizovaný systém pro sběr dat, jejich uchovávání, třídění, úpravu, analýzu a následné zobrazení. Definice, jak ji uvádí [5].

Geografický informační systém je analytický prostředek pro uchování a zpracování prostorových geografických dat počítačem, založený na geografickém modelu v digitální formě. Definice podle [6].

Z první definice je patrné, že se jedná o starší formulaci pojmu. Dnes se již příliš hardwarovými prostředky, které jsou však pro provozování GIS důležité, nezaobíráme, jako součást GIS je nechápeme. V současné době jsou stěžejní softwarové prostředky, standardy a funkce, které nám umožňují provádět operace s daty. Domnívám se, že doby, kdy byl pro provozování GIS nutný výkonný hardware, jsou pryč a přesto, že i dnes některé složité výpočty mohou trvat delší dobu, není hardware pro provozování GIS limitujícím prvkem. GIS lze dnes provozovat na běžně výkonných a tím pádem finančně dostupných počítačích.

2.1. Co je on-line GIS?

Na tuto otázku v současné době neexistuje jednotná definice. Pojmy jako on-line GIS, internet GIS, web-based GIS, web GIS, distributed GIS, mobile GIS mají jedno společné, totiž týkají se geografických informačních systémů. Zbytek pojmu dává slovům konkrétní význam. Pojďme jednotlivé pojmy blíže rozebrat.

Internet GIS: Jedná se o síťový geografický informační systém, který využívá klasického (tj. kabelem připojeného) nebo bezdrátového internetu k přístupu ke geografickým informacím, analytickým nástrojům či GIS službám. Se stejným významem se používají termíny On-line GIS a GIServices. Příkladem internet GIS může být geografický informační portál veřejné správy České republiky spravovaný Českou informační agenturou životního prostředí – CENIA. Portál provozovaný nad databází Oracle, a mapovém serveru od ESRI nabízí více než devadesát mapových služeb a šedesát tematických mapových úloh. Více na <http://geoportal.cenia.cz>.

Mobilní GIS (Mobile GIS): Jak název napovídá, jedná se o koncepci, kde v popředí zájmu stojí mobilita klienta. Mobilní GIS se tedy používá na přenosných a/nebo bezdrátových zařízeních nejrůznějšího typu, jako jsou: notebooky, PDA, HandHeld, mobilní telefony. Je částí

(podmnožinou) Internet GIS. Příkladem komerčního produktu může být software ArcPad od společnosti ESRI, který umožňuje pořizovat a zobrazovat data přímo v terénu.

Web GIS/Web-based GIS: Technologie, která používá jednu ze služeb internetu – www (World Wide Web) jako službu pracující s HTTP. Zatímco Internet GIS používá internetu k výměně dat, provádění GIS analýz a prezentaci výsledků, Web GIS vystupuje výhradně v roli klienta. Internet GIS i Web GIS používají síťový model klient/server. Příkladem webových GIS standardů, mohou být WMS (webová mapová služba), WFS (webová služba pro vektorová data) nebo WCS (webová služba pro přenos datových vrstev), které jako standardy ustanovila standardizační organizace OGC [20], [18].

Distribuovaný GIS (Distributed GIS), DGIS: Jedná se o síťový nástroj, který používá Internet nebo bezdrátovou síť k přístupu k distribuovaným datům a informacím, šíření geografických informací a sběru GIS analýz.

Distribuované GISlužby (Distributed GIServices): Zaměřují se na on-line zpracování informačních služeb a úlohově orientovaných Internetových GIS aplikací. Služby nabízejí zpracování dat na straně serveru např. pomocí standardu WPS organizace OGC. Komerční řešení společnosti ESRI však nevyužívá standardu OGC a nástroj pro distribuované GISlužby nazývá Geoprocessing services [18].

2.2. Motivace zavádění do praxe

Během posledních několika let zažívá oblast poskytování služeb internetu doslova malou revoluci. Připojení se uživatelům stává dostupnějším a kvalita připojení se neustále zvyšuje. Internet jako celosvětová počítačová síť hraje v dnešní době důležitou roli a mnoho lidí si tento fakt uvědomuje. Například státní instituce začínají distribuovat ve větší míře zákonem stanovené informace mezi občany právě pomocí internetu. Jaké to má výhody? V první řadě se jedná pro občana o rychlý přístup k informacím. Navíc aktualizace dat probíhá okamžitě a odpadají problémy s distribucí datových nosičů.

Specifickou roli hrají geografická data, kterých se na internetu nachází velké množství. Ať se jedná o datové sklady státních institucí či společností, které za úplaty či zdarma umožňují přístup ke geografickým datům, jde o systémy, které většinou umožňují stažení či pouhé zobrazení dat. Analýzu si musí zájemce provést nad daty sám a to s sebou nese nevýhody. Zmíním ty zásadní. Je třeba data přenést ze zdroje k uživateli, kde budou zpracována. To může být někdy problém, protože objem dat, která vstupují do analýzy, je leckdy značný. Další nevýhodou je nutnost programového vybavení, které práci s daty umožňuje. Tedy aplikace, která nám provede požadované operace a poskytne kýžený výsledek. Geografické informační systémy jsou často finančně velmi nákladné programové balíky a tak je i pro jednoduchý úkon zapotřebí finančně nákladný software. To se však zásadně mění v případě koncepce tzv. on-line GIS (distribuovaného GIS, Internet GIS nebo také on-line GIS).

2.3. Popis zvolených funkcí

Pro lepší ilustraci a pochopení schématu fungování jednotlivých funkčních celků on-line GIS níže uvádím „definice“ zvolených funkcí. Popis je ilustrován na obrázcích Obr. 1 – Obr. 8. Funkce clip, split, erase, identity, intersect, union, merge a buffer byly vybrány proto, že jsou jednak jednoduché pro pochopení a tudíž je na nich možné snadno prezentovat komunikaci mezi jednotlivými komponentami a také patří mezi hojně využívané GIS nástroje.

Vstupní parametry jsou ještě přehledně shrnuty v kapitole 5 v tabulce Tab. 7.

Clip – ořízne vstupní vrstvu podle ořezové polygonové vrstvy.

NUTNÉ PARAMETRY:

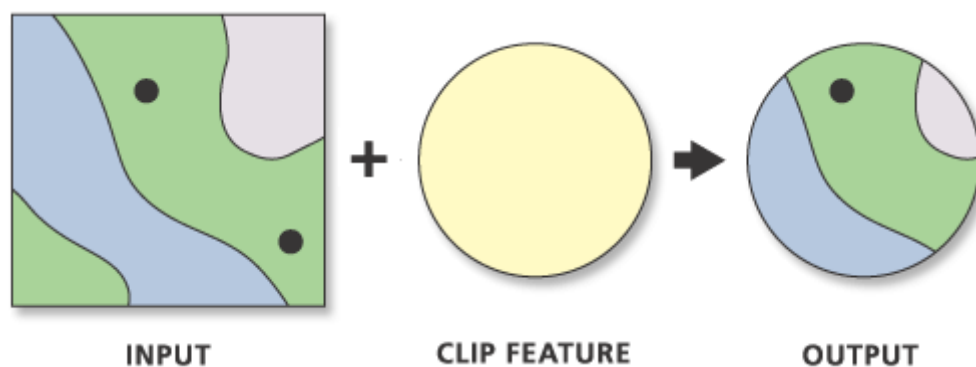
Vstupní vrstva: která bude oříznuta (body, linie, polygony...)

Clip vrstva: musí být polygonová

Výstupní vrstva: bude obsahovat vše co vstupní, (body, linie, polygony...)

Zpracováno podle: [21]

Obr. 1. Ilustrace funkce CLIP



Zdroj: [21]

Split – rozdělí prvky vstupní vrstvy pomocí hranic definovaných polygony ve vrstvě split.

NUTNÉ PARAMETRY:

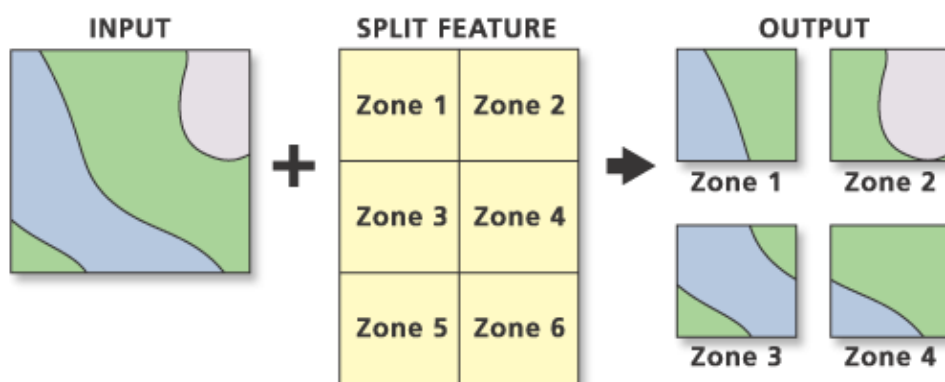
Vstupní vrstva: vrstva, která bude rozdělena (body, linie, polygony...)

Split vrstva: obsahuje pole, jejichž jedinečné hodnoty jsou použity pro rozdělení prvků vstupní vrstvy a pro pojmenování

Výstupní adresář/vrstva: obsahuje umístění a název vrstvy, kam se uloží výsledek.

Zpracováno podle: [22]

Obr. 2. Ilustrace funkce SPLIT



Zdroj: [22]

Erase – odstraní prvky vstupní vrstvy ležící vně polygonů definovaných v druhé vrstvě.

Výsledkem jsou prvky vstupní vrstvy ležící vně hranice polygonu, který vznikne spojením všech polygonů ve vrstvě pro výmaz.

NUTNÉ PARAMETRY:

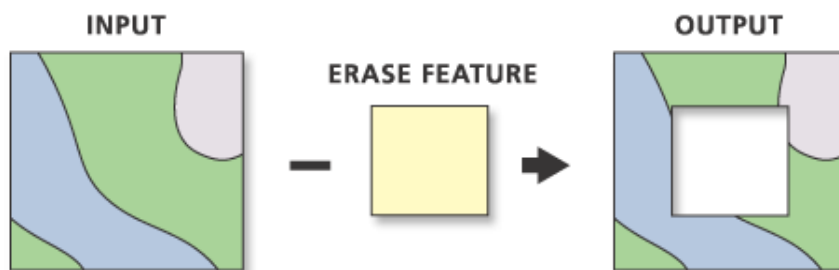
Vstupní vrstva: vrstva, která bude rozdělena (body, linie, polygony...).

Erase vrstva: vrstva, jejíž vnější polygon definuje výmazovou oblast.

Výstupní vrstva: výstupní vrstva, která bude obsahovat jenom prvky vstupní vrstvy, které leží vně polygonu pro výmaz.

Zpracováno podle: [23]

Obr. 3. Ilustrace funkce ERASE



Zdroj: [23]

Identity – vytvoří geometrický průsečík vstupní vrstvy a polygonové vrstvy identity. Výsledek zapíše do výstupní vrstvy.

NUTNÉ PARAMETRY:

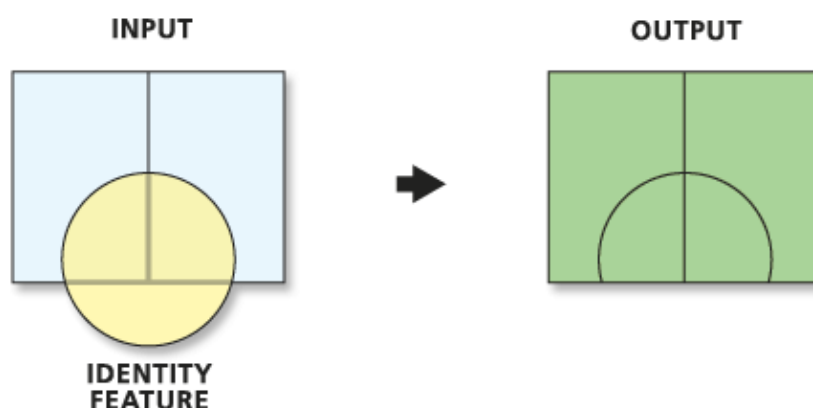
Vstupní vrstva: vrstva, která bude sloužit jako podklad (body, linie, polygony...).

Identity vrstva: polygonová vrstva, kterou se bude překrývat vstupní vrstva.

Výstupní vrstva: výsledek, ve kterém bude geometrický průsečík obou vrstev.

Zpracováno podle: [24]

Obr. 4. Ilustrace funkce IDENTITY



Zdroj: [24]

Intersect – vytvoří geometrický průsečík vstupní vrstvy a vrstvy pro překrytí. Zachová pouze prvky, které leží v průniku obou vrstev.

NUTNÉ PARAMETRY:

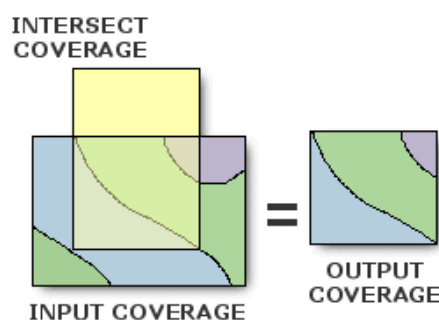
Vstupní vrstva: vrstva, která bude sloužit jako podklad (body, linie, polygony...).

Vrstva intersect: polygonová vrstva, kterou se bude překrývat vstupní vrstva.

Výstupní vrstva: výsledek, ve kterém bude geometrický průsečík prvků průniku obou vrstev.

Zpracováno podle: [25]

Obr. 5. Ilustrace funkce INTERSECT



Zdroj: [25]

Union – vytvoří geometrický průsečík vstupní vrstvy a vrstvy pro překrytí. Zachová všechny prvky, které leží ve sjednocení obou vrstev.

NUTNÉ PARAMETRY:

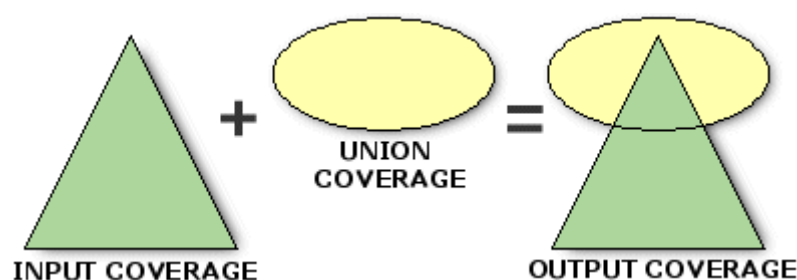
Vstupní vrstva: vrstva, která bude sloužit jako podklad (body, linie, polygony...).

Vrstva union: polygonová vrstva, kterou se bude překrývat vstupní vrstva.

Výstupní vrstva: výsledek, ve kterém bude geometrický průsečík prvků sjednocení obou vrstev.

Zpracováno podle: [26]

Obr. 6. Ilustrace funkce UNION



Zdroj: [26]

Merge – kombinuje entity ze vstupní vrstvy do jedné, nové výstupní vrstvy. Entity vstupní vrstvy musejí být stejného typu. Mohou to být body, nebo linie nebo polygony.

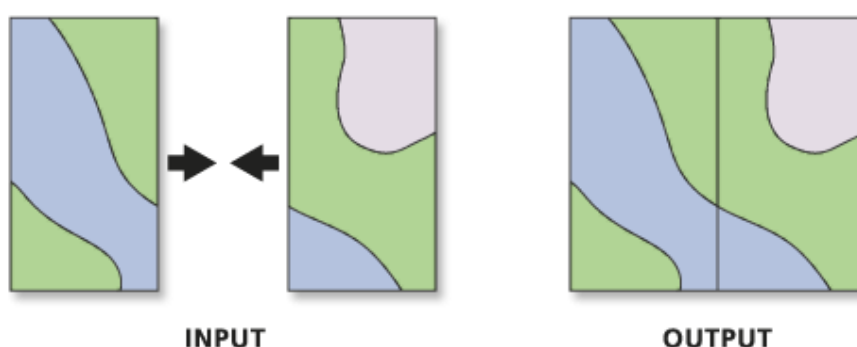
NUTNÉ PARAMETRY:

Vstupní vrstvy: vrstvy, které se budou spojovat (body, linie, polygony, ale stejného typu).

Výstupní vrstva: výsledek, ve kterém bude uložen výsledek – spojení všech prvků z obou vstupních vrstev.

Zpracováno podle: [27]

Obr. 7. Ilustrace funkce MERGE



Zdroj: [27]

Buffer – kolem prvků ze vstupní vrstvy vytvoří obalový polygon v určené vzdálenosti. Prvky mohou být body nebo linie nebo polygony. Výstupní vrstva musí obsahovat polygon(y).

NUTNÉ PARAMETRY:

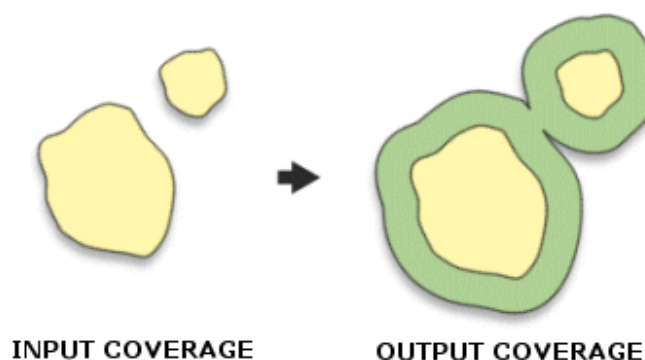
Vstupní vrstva: prvky, okolo nichž se bude provádět buffer (obalová zóna)

Výstupní vrstva: výsledek, ve kterém bude uložena obalová zóna.

Obalová vzdálenost: vzdálenost, o kterou bude zvětšena obalová zóna prvku definovaného ve vstupní vrstvě. Pokud je hodnota záporná, dojde k vytvoření obalové zóny, která bude ležet uvnitř vstupního polygonu.

Zpracováno podle: [28]

Obr. 8. Ilustrace funkce BUFFER



Zdroj: [28]

2.4. Požadavky na on-line GIS

1. Systém je složen z komponent. Každá komponenta má svou funkci a provádí specializovanou operaci. Jednotlivé operace je možné řetězit a tvořit pomocí komponent složitější operace. Příkladem základní komponenty může být funkce buffer nebo overlay.
2. Komponenty jsou distribuované – to znamená, že jsou uloženy na různých počítačích nebo GIS serverech.
3. Komponenty jsou mobilní. Jednotlivé komponenty mohou být podle požadavku staženy a tím přemístěny.
4. Komponenty jsou otevřené a schopné spolupracovat. Aby byly schopné spolu navzájem spolupracovat na různých systémech, musí být vytvářeny podle standardů.
5. Komponenty jsou nalezitelné. Jednotlivé komponenty, jejich funkce a dostupnost je evidována v katalogu u poskytovatele těchto komponent.
6. Data jsou distribuovaná. On-line GIS může přistupovat k datům nacházejícím se kdekoli na Internetu. Standardní úložiště pro data/metadata se stará o propojení on-line GIS dat na Internetu.
7. Data jsou zaměnitelná. To znamená, že mohou být použita data z různých zdrojů. Je však třeba vyřešit problémy s různými formáty, referenčními systémy či standardy.

Podle [1] upraveno a doplněno.

2.5. Klíčové vlastnosti on-line GIS

1. Díky on-line GIS bude možné jednotlivé GIS komponenty začlenit do klasických aplikací typu textového nebo tabulkového editoru. Práce s prostorovými daty pak může probíhat například v prostředí právě zmíněných editorů ovšem jen za předpokladu, že bude zajištěna kompatibilita.
2. GIS komponenty jsou otevřené a nezávislé na operačním systému, hardware, síťovém prostředí, dodavateli software a aplikacích.
3. Uživatel nemusí kupovat finančně nákladný GIS software. On-line GIS umožňuje platit nebo si nástroje pronajímat podle potřeby. Uživateli bude umožněno např. pronajmout si konkrétní nástroj na určitý počet dní či výpočtů nebo si pronajmout celou skupinu nástrojů. Tím se používání pro koncového uživatele může velmi zlevnit a zefektivnit.

4. Uživatel se nemusí „upsat“ jednomu dodavateli jak je tomu nyní. Může si vybrat konkrétní nástroje od různých uživatelů jednak podle nabízených funkcí, rychlosti zpracování závislého na použitém hardware i konkrétních algoritmech ale i cenové a licenční politice.
5. Vývoj distribuovaných GIS komponent posouvá tvorbu software od monolitické k modulární architektuře. Tento modulární přístup může zvýšit rychlost dodávání nových verzí a efektivitu softwarového inženýrství a s tím spojené lepší GIS technologie a služby pro zákazníky.
6. On-line GIS umožní vyniknout malým dodavatelům komponent, kteří se zaměřují na vysoce specifické požadavky uživatelů.
7. Pro provozovatele se drasticky zredukuje množství programového kódu, který se díky různým distribucím pro desktopové aplikace vyskytoval v každé distribuci v jen málo nebo vůbec změněné podobě znovu a znovu.

Podle [1] upraveno a doplněno.

3. Webové technologie

Vývoj webu je dnes komplexní záležitostí. Zasahuje do mnoha specifických oborů lidské činnosti a vývojový tým sdružuje více odborníků na danou oblast. Problematika je o to složitější, že tvorba webu zasahuje nejen do softwarových oborů, ale např. i do „sít'áiny“. Mezi odborníky patří administrátoři webových serverů, administrátoři databázových systémů, sít'oví odborníci, odborníci na bezpečnost a šifrování, programátoři, ale také vedoucí pracovníci, kteří mají za úkol vést tento tým lidí. Následující kapitola pojednává o vybraných webových technologiích, které jsou vhodné (nejen) pro tvorbu on-line GIS.

3.1. Typy architektur

Proces rozvoje konceptu DGIS byl značně ovlivněn a podmíněn rozvojem informačních (komunikačních) technologií (IT/ICT). Nasazení klíčových technologií do GIS praxe tedy koresponduje s historickým vývojem IT. V prvopočátcích byl GIS provozován na sálových počítačích. Komunikace a obsluha fungovala pomocí terminálu připojeného přes LAN. Postupně se stěhoval na pracovní stanice – PC (DesktopGIS), které byly buďto samostatné (data ani programy nesdílely s ostatními stanicemi) nebo byly propojeny jen místní sítí – LAN, která zajišťovala výměnu dat a/nebo programů.

V průběhu času byly využívány tyto architektury:

Sálové počítače (Mainframes): Tento typ počítačů využívá tzv. monolitickou architekturu. Tedy v jednom centrálním počítači jsou soustředěna data i výkonný program - databázovou, aplikační i prezentační logiku. Uživatelé s centrálním počítačem komunikují prostřednictvím terminálu [7].

Desktop GIS: Tato technologie má dvě různá řešení. Jestliže je pracovní stanice (nebo také PC či stolní počítač) připojen k sítí LAN, mluvíme o tzv. dvouvrstvé sít'ové architektuře. Nejčastěji se jedná o typ klient/server, kde je na straně serveru (ústředního, řídicího počítače) soustředěna databázová logika, data a část aplikační logiky a na straně klienta (počítač na kterém pracuje uživatel) prezentační logika a část aplikační logiky. Podstatné je to, že na každém klientovi musí být instalován GIS software. U druhé varianty, kdy pracovní stanice není nikterak propojena s okolím a nedochází k žádné výměně dat, hovoříme o tzv. samostatné (stand-alone) stanici. U této varianty jsou veškeré výše zmíněné prvky obsaženy ve stanici, se kterou uživatel pracuje.

Distribuovaný GIS: Technologie používající vícevrstvou sít'ovou architekturu. Typicky se takový systém skládá z datového úložiště (DB server), GIS serveru, aplikačního serveru a webového serveru. Klient pak ke službám přistupuje např. pomocí webového prohlížeče. Následující tabulka shrnuje klíčové vlastnosti výše popsáných přístupů.

Tab. 1. Porovnání Desktop a on-line GIS.

	Mainframe GIS	Desktop GIS	On-line GIS
Síťový model	monolitický	Klient/server - dvouvrstvý	Klient/server - vícevrstvý
klient	terminál	Pracovní stanice	Webový klient
Síť	LAN	LAN nebo WAN	Internet
Server	Mainframe	Aplikační a datový server	Web server, aplikační, GIS a DB server
Počet dostupných serverů	jeden	Jeden či několik málo	Tisíce a více

Zdroj: [1]

3.2. Typy sítí

Sítě se podle typu propojení (architektury) mohou dělit do pěti skupin. Dominantní je však poslední - ethernet, proto o ní bude pojednáno více.

Síť ArcNet byla vyvinuta společností Datapoint Corporation roku 1977. Provozována původně na koaxiálním kabelu s impedancí 93 Ω (dnes možno i TP nebo optický kabel). Topologie fyzického zapojení do hvězdy, logicky komunikuje jako kruh. Přenosová rychlost 2,5 Mbps. Verze ArcNet Plus až 20 Mbps.

Síť typu **Token-ring** byla vyvinuta společností IBM roku 1984. Pracuje na kruhové topologii. Na kruh se připojují tzv. koncentrátory, ke kterým je možno připojit až osm stanic. Počet stanic na jeden koncentrátor je až 260. Fyzicky se propojuje buď UTP/STP nebo koaxiálním kabelem. Dosah 45200 m.

100VG Any-LAN. Jedná se typ sítě vyvinutý společností HP. Pro rozvětvení sítě se používají rozbočovače (HUBy). Na centrální se připojují další – HUBy nižší úrovně. Rychlost komunikace po síti je minimálně 100 Mbps, průměr sítě je max. 7,7 km. Počet stanic není omezen.

FDDI/CDDI je typ sítě vyvinutý v roce 1986 primárně pro výkonné a nákladné počítače, kterým nedostačovala šířka pásma. Rychlost přenosu 100 Mbps byla dosažena pomocí dvojitého protisměrného kruhového uspořádání optických vláken podporující až 500 počítačů.

Komunikace probíhala v primárním vedení (kruhu), pro případ selhání se síťová komunikace přesměrovala na druhy, záložní, redundantní okruh a probíhala v opačném směru. To zajišťovalo vysokou spolehlivost sítě.

Ethernet vznikl už začátkem sedmdesátých let v laboratořích firmy Xerox. Prvotní verze, jak ji koncipoval autor Robert Metcalf, pracovala se sběrníkovou topologií rychlostí 2,94 Mbps na koaxiálním kabelu s impedancí 70 Ω . Kolize dat byla řešena algoritmem CSMA/CD. Díky jednoduchosti protokolu byl ethernet natolik populární, že se těšil velké oblibě. V roce 1980 vznikla nová, vylepšená verze – DIX (DEC, Intel Xerox) ethernet.

Dnes je daleko nejrozšířenějším komunikačním médiem kroucená dvojlinka. Se změnou přenosového média došlo ke změně topologie sítě ze sběrníkové na typ hvězda. Jednotlivé počítače se propojují kabely, které se zapojují do tzv. rozbočovače – HUBů. Dnes se HUBy nahrazují inteligentními přepínači - SWITCHi, které data posílají „přímo“ adresátovi. Při použití UTP/STP se zapojenými čtyřmi vodiči dochází k automatické aktivaci full duplex módu – tedy stavu, kdy počítač komunikuje s přepínačem zároveň oběma směry (pokud oba prvky tento stav umožňují). Rychlost komunikace se potom rovná maximální možné. Když je nutné čekat a přenos probíhá pouze jedním směrem, jedná se o tzv. half duplex, rychlost je poloviční. Rychlost na kroucené dvojlince se pohybuje od 10 Mbps až po 10 Gbps.

Ethernet je definován i pro optická vlákna. Používají se jednovidová i mnohavidová. Jejich nasazení záleží na požadované přenosové rychlosti. Výhodou je, že je možné jimi budovat rozsáhlejší segmenty sítí s vyšší přenosovou rychlostí a to i v rámci vzdálenějších lokalit, kde hrozí riziko statické elektřiny či různého nulového potenciálu rozvaděčů budov (opt. vlákna jsou galvanicky oddělena).

V současnosti existují čtyři verze ethernetu. Klasický ethernet s přenosovou rychlostí 10 Mbps, fast ethernet s rychlostí 100 Mbps, gigabitový ethernet s rychlostí 1 Gbps a desetigigabitový ethernet s rychlostí 10 Gbps. Označení je následující: XBase-Y, kde X je přenosová rychlost a Y je označení přenosového média. V praxi se můžeme setkat s označením 100Base-TX (fast ethernet se dvěma páry UTP nebo STP kabelu kategorie 5) nebo třeba 1000Base-T (gigabitový ethernet využívající čtyři páry UTP kabeláže kategorie 5e). Zdroj [8]

Bezdrátové sítě

V posledních několika letech došlo k masívnímu rozšíření bezdrátových počítačových sítí založených především na standardu IEEE 802.11 – WLAN ve verzi 802.11b často označovaného jako WiFi. Jiné formy bezdrátového přenosu, jako třeba opticky či infračerveně, jsou vhodné pro specifické použití, neboť v cestě nesnesou žádnou překážku a z tohoto důvodu nejsou tak masově nasazovány.

WiFi – nejrozšířenější z bezdrátových sítí používá bezlicenční pásmo 2,4 Ghz. Klienti se připojují buďto přímo mezi sebou (tzv. P2P) nebo do infrastrukturního módu, přes přístupový bod - AP. Rychlost komunikace je podle normy 802.11g až 54 Mbps, přičemž při zhoršené kvalitě signálu (mikrovlnném záření) se rychlost automaticky snižuje na 22, 11, 5,5, 2 a 1 Mbps. Reálná rychlost je díky režii o cca 30 % – 40 % nižší. Rychlost je snížena především zabezpečením a řešením kolizí. Ty jsou řešeny algoritmem CSMA/CA. Bezpečnost Wi-Fi je řešena standardy WEP, WPA, WPA2 či prostým filtrováním MAC adres pro nasazení v privátní sféře. Ve firemních sítích se častěji používají jiné typy zabezpečení na bázi standardu 802.1X, v nichž se klienti ověřují proti serveru RADIUS [11].

Sítě Wi-Fi jsou populární především u mobilních zařízení typu PDA, handheldů, laptopů či tzv. smartphonů. Díky této konektivitě jsou schopna zmíněná zařízení využívat služeb internetu, a pokud to jejich software umožňuje, provozovat mobilní GIS.

3.3. Webové technologie

Pro lepší pochopení dalších odstavců přikládám odpověď na otázku, co to vlastně technologie je, jak jí uvádí [29]. „Technologie je vývoj a použití nástrojů, strojů, materiálů a procesů k řešení problémů při lidské činnosti“

Webovou technologii pak můžeme chápat jako vývoj, použití nástrojů, strojů, materiálů a procesů k řešení problémů při tvorbě webu. Webem rozumíme webové stránky, aplikace, služby a další v určitém programovacím jazyce napsané kódy, které se prezentují v rámci sítě internet (WWW).

Tvorba moderního webu není snadná záležitost. Už si nevystačíme jen s obyčejným textovým editorem a webovým serverem. Dnešní weby (aplikace) jsou propojeny s databázemi, obsahují formuláře se sofistikovanými kontrolami nebo rozsáhlé aplikace využívající mnoha různých programátorských technologií a standardů. Základní prostředky, které se při budování takového webu v současnosti používají, je možné dělit následovně:

- Software
 - Databázové platformy (např. MySQL, Oracle, PostgreSQL, Firebird...)
 - Programovací jazyky a nástroje a technologie (např. JAVA, .NET, AJAX...)
- Standardy pro vývoj aplikací (např. HTML, CSS, DOM, XHTML, GML, WPS, WFS, WMS...)
- Webové a aplikační servery (např. Apache, MS IIS...)

Databáze

V dnešní „počítačové“ době, kdy se člověk s informačními technologiemi setkává doslova na každém kroku, roste potřeba evidovat nejrůznější data. Prvním nepřímým setkáním s DB je, když si po ránu rozsvěčíme světlo (údaje o spotřebě eviduje náš dodavatel elektrické energie), poté si možná pustíme rádio či televizi, abychom se dozvěděli, jaké nás čeká počasí (opět jsme v databázi plátců poplatků za rozhlasové a televizní vysílání), puštění vody v koupelně, telefonát, jízdní řády, překročená rychlost na komunikacích, předplatné na veřejnou dopravu, placení nákupu platební kartou a další činnosti, které denně běžně provádíme, se evidují v databázích. Abychom s těmito daty mohli dále pracovat, jsou k tomu třeba softwarové prostředky, které označujeme jako DataBase Management System (DBMS) česky systém řízení báze dat (SRBD), které nám umožňují s daty uloženými na paměťovém médiu manipulovat (vkládat, modifikovat, mazat, definovat jejich strukturu) čímž se liší od souborového systému. Databázovou platformou pak rozumíme konkrétní softwarové řešení (produkt).

Vývoj databází dospěl k dnes nejrozšířenějšímu relačnímu modelu, který je postaven na matematickém aparátu – relační algebře. Prapočátek tohoto modelu bychom hledali už v roce 1969, kdy Dr. E. F. Codd formuloval základní principy tohoto modelu. Dnes o relační databázi můžeme říci, že se skládá z relací (pro zjednodušení z tabulek), jejich sloupce se označují atributy, řádky pak záznamy. Atributy mají definovaný datový typ (doménu), která definuje obor možných hodnot a operace s nimi prováděnými. Záznam je tvořen řezem všemi atributy tabulky [30]. Konkrétní tabulka pak představuje podmnožinu kartézského součinu možných dat všech sloupců – relací. Pro práci s daty – dotazování, existuje neprocedurální dotazovací jazyk. Nejrozšířenějším je SQL, ale existují i další (DMX, MDX, Datalog, MQL, OQL, SMARTS, QUEL).

Novějším, ne příliš rozšířeným, databázovým modelem, jsou tzv. objektové databáze [31]. Relační datový model je velmi používaný a rozšířený z důvodu jeho relativní jednoduchosti a snazší přenositelnosti, naráží však na to, že vnitřní struktura tabulek je rozdílná od struktury reálného světa, jehož jsou objekty jakousi virtuální kopií. Objektové databáze (OODBMS) stavějí tedy na obdobném principu jako objektově orientované programování (OOP). Jednotlivé prvky reálného světa představují v OODBMS objekty. Objekty jsou charakterizovány pomocí třídy. Třída je tedy jakousi šablonou pro objekt. Určuje datové položky objektu (vlastnosti) a jeho metody (operace, které lze s objektem provádět).

Logickým vyústěním snah zkombinovat oba přístupy a tím zahrnout výhody výše zmíněných řešení je, sloučení jejich klíčových částí. Tím vznikly objektově-relační či relačně-objektové databázové platformy, které můžeme najít i v tabulce 2 (IBM DB2, Oracle Database, MS SQL).

Vybrané databázové platformy udávají tabulky č. 2. a 3.

Tab. 2. Vybrané relační databázové platformy.

Název	Poslední verze*	Producent	Licence ¹⁾	OS ²⁾
Microsoft SQL Server	2008	Microsoft	Komerční	1
Oracle	11g	Oracle Corporation	Komerční	1,2,3,5
DB2	9.5	IBM	Komerční	1,3,5
Firebird	2.1.0	Firebird Project	IPL, IDPL	1,2,3,4,5
Informix	11.10	IBM	Komerční	1,2,3,4,5
MySQL	5.0.51	Sun Microsystems	GPL/komerční	1,2,3,4,5
PostgreSQL	8.3.3	PostgreSQL Global	BSD	1,2,3,4,5

Tab. 3. Vybrané objektové databázové platformy.

Název	Poslední verze*	Producent	Licence ¹⁾	OS ²⁾
Caché	2008.2	InterSystems Corporation	Komerční	1,2,3,4,5
db4o	6.4.48	Db4objects Inc.	GNU/GPL	1,2,3,5
Objectivity/DB	9.4	Objectivity Inc.	Komerční	1,3,5
ZOPE object database	3.3.1	Zope Corporation	ZPL	1,2,3,4,5
Versant object database	7.0.1	Versant Corp.	komerční	1,3,5

¹⁾ IPL – Interbase Public Licence, IDPL – Initial Developer's Public License, BSD – Berkeley Software Distribution, ZPL – Zope Public License, GNU/GPL – GNU General Public License

²⁾ Operační systém: 1 – Windows, 2 – Mac OS X, 3 – Linux, 4 – BSD, 5 – UNIX

* Stav k 13.8.2008

3.4. Programovací jazyky (platformy)

Programovacím jazykem rozumíme prostředek, kterým zapisujeme algoritmy tak, aby mohly být následně interpretovány počítačem. Zápis algoritmu/ů ve zvoleném programovacím jazyce pak označujeme jako program [48].

Od počátků počítačové doby, kdy se „programovalo kleštěmi“ uplynulo již více než století. Za tu dobu IT/ICT prošly bouřlivým vývojem a světlo světa spatřilo mnoho programovacích jazyků (pozn. zdroj [36] uvádí tzv. „Hello world“ v 409 programovacích jazycích). Některé zanikly, jiné se vyvíjejí do současnosti. Následující členění zpřehledňuje orientaci.

Dělení programovacích jazyků podle míry abstrakce:

- Nižší programovací jazyky (např. Assembler v mnoha podobách)
- Vyšší programovací jazyky (většina programovacích jazyků)
 - Procedurální (imperativní)
 - Strukturované (např. C, BASIC)
 - Objektově orientované (např. Smalltalk, Java)
 - Neprocedurální (deklarativní)
 - Funkcionální (např. Lisp, Haskell)
 - Logické (např. Prolog, Goedel)

Dělení programovacích jazyků podle způsobu překladu a spuštění:

- Kompilované (např. Pascal, C, C++)
- Interpretované (např. BASIC, Java, Pearl, Python, .NET, Javascript)

Zdroj: [37]

Všechny programovací jazyky nasazované k tvorbě webů patří mezi vyšší programovací jazyky. Níže uvedené představují výběr těch nejpoužívanějších. Jsou zde zahrnuty jazyky na komerční bázi (podpora nebo vývojové prostředí je dostupné za poplatek) stejně tak i jazyky, u nichž jsou tyto služby i nástroje zdarma.

Java

Jedná se o objektově orientovaný jazyk vyvinutý firmou Sun Microsystems. Lze jej charakterizovat jako distribuovaný (navržen pro síťové aplikace – tvorbu klientských i serverových aplikací), interpretovaný (překládá se do tzv. bytového kódu), robustní (navržen pro spolehlivý, stabilní software), bezpečný (navržen tak, aby byl použitelný i v aplikacích požadující vysoký stupeň zabezpečení), výkonný (zanedbatelná ztráta výkonu i přes to, že se jedná o interpretovaný jazyk), přenositelný (přenositelnost v rámci vývojové platformy, např. Java SE nebo Java ME), platformě nezávislý (nezávislý na operačním systému nebo architektuře) více-úlohový (podporuje více-vláknové zpracování) dynamický (za běhu programu je možné obohacovat knihovny o nové třídy) a moderní programovací jazyk s rozsáhlou podporou a otevřeným kódem. Výhodou je existence několika IDE (vývojových prostředí), která jsou zdarma. Java je velmi rozšířená, proto je snadno dostupná dokumentace, tutoriály a na diskusních fórech je možné konzultovat problémy či zkušenosti s podobně zaměřenými odborníky [38].

.NET

Platforma pro vývoj a provozování aplikací vyvinutá společností Microsoft Corp. Je dostupná pro web, Windows i PocketPC. Její serverová část – ASP.NET umožňuje spouštět webové stránky, webové aplikace či webové služby. ASP.NET je přímým následovníkem technologie ASP (Active Server Pages). Celá .NET platforma je postavena na tzv. CLR (Common Language Runtime), což umožňuje tvůrci kódu psát program v libovolném programovacím jazyce, který splňuje specifikace CLI (Common Language Infrastructure). Několik desítek CLI kompatibilních jazyků lze najít např. zde: [39] Mezi nejpoužívanější patří: C#, VB.NET, C++/CLI, J#, IronRuby, IronPython.

Programátorem napsaný kód je v aplikacích ASP.NET serverem překládán do jedné či více DLL knihoven. Tento překlad (kompilace) probíhá pouze jednou a to když je stránka vyžádána klientem. Dojde-li ke změně stránky, proběhne sestavení DLL znovu. Je možné zvolit tzv. „předkompilaci“, která sníží zatížení serveru mnoha požadavky v krátkém čase.

Pro úspěšné spuštění aplikace napsané v ASP.NET je zapotřebí mít nainstalovaný .NET Framework. Jedná se o prostředí potřebné pro běh aplikací napsaných pro tuto platformu. Existují tři distribuce: MS .NET Framework určená pro osobní PC se systémem Windows, MS .NET Compact Framework určená pro kapesní počítače (PPC) a telefony se systémem Windows Mobile, MS .NET Micro Framework určená pro zařízení s ještě nižším výkonem než kapesní počítače. Kromě frameworků firmy Microsoft pro OS Windows lze aplikace ASP.NET provozovat i na OS UNIXového typu (Linux, Mac OS X). GNU obdoba .NET se nazývá DotGNU Portable.NET umožňuje aplikace tohoto typu spouštět na OS: Linux, BSD, MacOS X, Solaris, AIX [41].

JavaScript (AJAX)

Skriptovací jazyk, z marketingových důvodů jménem podobný jazyku JAVA, spařil světlo světa v roce 1995 implementací do webového prohlížeče Netscape Navigator 2.03B.

Jazyk je strukturou i syntaxí podobný jazyku C a JAVA, ze kterého ostatně také vychází. Nejvíce se používá ke psaní funkcí, které jsou včleněny do HTML stránek. Typickým příkladem použití je: otevírání nových oken prohlížeče, nastavení jejich chování a vzhledu, ověřování vstupních dat do formulářů a v neposlední řadě také změna obrázku po najetí kurzoru myši. Výhoda aplikací psaných v JavaScriptu tkví především v tom, že jsou zpracovávány na straně klienta. To umožňuje vytvářet aplikace, které by jinak na straně serveru působily těžkopádně a pro uživatele by byly nepohodlné z důvodu pomalé odezvy.

Aplikaci zapsanou v JavaScriptu interpretuje tzv. JavaScript Engine nebo také interpret JavaScriptu. Původně byla v prohlížečích implementována podpora JavaScriptu na různé úrovni a tak se stávalo, že při manipulaci s HTML elementy pomocí JavaScriptu dával prohlížeč různé výsledky. Organizace W3C se rozhodla tento přístup sjednotit a standardizovat. Vznikl standard W3C DOM (Document Object Model), který sjednocuje API umožňující přístup či modifikaci obsahu a struktury nebo stylu dokumentu či jeho součástí [15].

V roce 2005 se objevila programátorská technika zvaná AJAX. AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) se používá k tvorbě webových aplikací, které si na pozadí pomocí např. XML vyměňují data, aniž by to uživatel aplikace poznal. Nedochází tedy k překreslování okna prohlížeče a práce se stává komfortnější. Asynchronní přenos dat ulevuje spojení se serverem, neboť dochází k načítání pouze takového množství dat, které je potřebné. Použití JavaScriptu, jehož zpracování probíhá na straně klienta, umocňuje míru interaktivity a pohodlí. AJAX se využívá ve spojení s technologiemi XHTML a CSS (pro prezentaci dat), DOM (pro dynamické zobrazení a interakci s daty), XML a XSLT (pro výměnu dat resp. manipulaci s nimi). Objekt XMLHttpRequest se používá pro asynchronní i synchronní komunikaci se serverem a všechny tyto technologie zastřešuje již zmíněný JavaScript [41].

PHP

Hojně používaný skriptovací jazyk pro psaní aplikací, jejichž zdrojový kód je vykonávaný na serveru. Používá se v kombinaci s HTML a XHTML. Klientovi je již vrácena sestavená stránka. Vznik PHP se datuje k roku 1994, kdy Rasmus Lerdorf vytvořil sadu skriptů, kterou distribuoval pod názvem Personal Home Page Tools (dnes se také uvádí rekurzivní zkratka PHP Hypertext Preprocessor). Od této doby se PHP stalo jednou z nejpoužívanějších technologií pro tvorbu dynamicky generovaných stránek [42]. Výhodou je, že funguje na více platformách (Windows, Linux i další), má díky velké komunitě PHP vývojářů velkou podporu a dokumentaci, vzniká pomocí něj značné množství (i open source) projektů, k dispozici je

rozsáhlá zásoba předprogramovaných funkcí a nechybí podpora databází. V neposlední řadě je důležité zmínit, že je k dispozici zdarma a právě proto se možná těší tak velké oblibě. Nejčastěji se pro webové aplikace nasazuje v tzv. LAMP sestavě, kde L znamená Linux, A – webový server Apache, M – databázi MySQL, a P – PHP nebo méně často také Python či Perl [43].

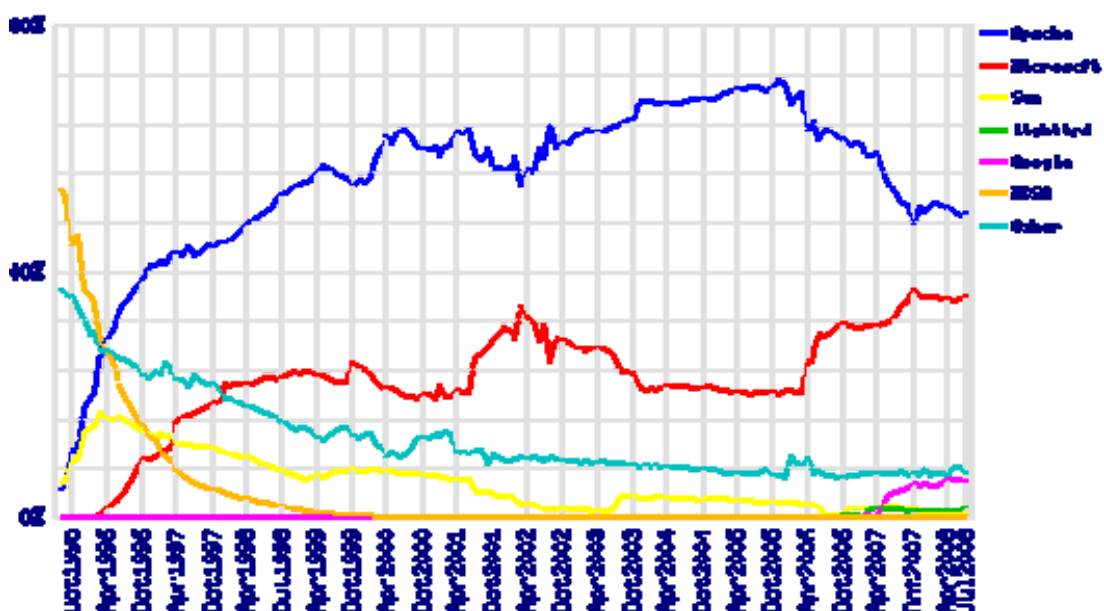
3.5. Standardy pro vývoj aplikací

Překotný vývoj IT/ICT technologií s sebou přináší celou řadu nových řešení a přístupů. Ne vždy, resp. téměř nikdy se dva různí výrobci (ať jde o HW nebo SW) neshodnou, jak by měl být daný problém vyřešen. V tuto chvíli přicházejí na řadu standardy, které mají za cíl zlevnit, zjednodušit a učinit jednotlivé výrobky, služby či přístupy navzájem kompatibilními. Standardy v oblasti vývoje webu si vzala za cíl vytvářet organizace W3C. Z jejich dílny pocházejí např.: (X)HTML, CSS, XML, SOAP a mnoho dalších. Jinou standardizační organizací zaměřující se přímo na standardy geoprostorových a k místu se vztahujících dat a služeb je OGC (Open Geospatial Consortium). OGC ustanovilo např. tyto standardy: WMS, WPS, WCS, WFS, GML.

3.6. Webové a aplikační servery

Webový server je počítač (nebo také software na tomto počítači), který vyřizuje HTTP požadavky klientů – tzv. webových prohlížečů. Při požadavku webového prohlížeče dojde serveru zpráva, co klient požaduje a na tento dotaz vrátí server obvykle HTML dokument. Mezi dva nejpoužívanější servery patří open source projekt Apache HTTP server a komerční software společnosti Microsoft – IIS (Internet Information Services). Podíl stránek, které jsou vráceny webovými servery, ukazuje Obr. 9.

Obr. 9. Podíl na trhu stránek pro nejpoužívanější web servery napříč všemi doménami v průběhu VIII/1995 – VII/2008



Zdroj: [47]

Rozdíl mezi oběma nejpoužívanějšími servery je poměrně zásadní. Apache je od roku 1995 šířen jako open source projekt a je k dispozici zdarma. Nabízí mnoho nadstaveb a rozšíření, je k dispozici pro mnoho operačních systémů. Naproti tomu komerční produkt IIS je primárně určen pouze pro platformy Windows Server.

Aplikační server je software, který slouží k fungování jiných aplikací. Webový server je konkrétní příklad aplikačního serveru, ale často se web server vyčleňuje zvlášť. Ve vícevrstvé architektuře přebírá část aplikační logiky, rozděljuje požadavky a předává je dále. Mezi aplikační GIS servery, které jsou aktuálně dostupné na trhu, patří ArcGIS Server od společnosti ESRI (komerční produkt), MapGuide od společnosti Autodesk (komerční produkt), [44] MapServer vyvíjený na University of Minnesota (free, open source projekt) [45] nebo třeba GeoServer vyvíjený komunitou GeoServer (free, open source projekt) [46].

4. Metodika

Při výběru a porovnávání řešení, které bude vhodné jako realizační platforma pro on-line GIS, je nutno zvážit mnoho vstupních faktorů a posoudit různá kritéria. Výběr kritérií je značně subjektivní záležitost a záleží na programátorovi, administrátorovi OS, administrátorovi DB, administrátorovi webového serveru a aplikačního serveru, náročnosti technologie na HW, obsluhu atd. Při výběru hraje roli i výše přímých (pořízení licence, software apod.) i nepřímých nákladů (zaškolení obsluhy, literatura, servisní podpora atd.)

4.1. Kritéria pro výběr technologie

Jak již zaznělo v úvodu, kritérií pro výběr je celá řada. Problémem je, která zvolit jako stěžejní a která jsou pouze tzv. doplňková. Inspirací může metodika projektu CASCADOSS, kde jsou hodnocena Open Source řešení a kde za důležitá kritéria autoři zvolili funkčnost, spolehlivost, použitelnost, efektivnost, udržitelnost a přenositelnost [55]. Tuto metodiku není možné díky jiné hodnocené skupině použít bez změny, a proto jsem vybral jako stěžejní níže uvedená kritéria.

Podpora – softwarový projekt, který je vyvíjen a provozován delší dobu (řekněme několik let), potřebuje kvalitní podporu ze strany dodavatele technologie. Ať se jedná o opravy kritických chyb, podporu pro nově vznikající standardy či HW, různá rozšíření atd. Užití podpory může být vázáno na uzavření smlouvy, přičemž tato služba může a nemusí být zpoplatněna.

Existence **dokumentace** je klíčovou záležitostí nejen pro vývojáře. Popis funkcí v knihovných programovacích jazycích, popis chování např. DB nástrojů, možnosti konfigurace apod. by neměly chybět v žádné kvalitně zpracované dokumentaci. Manuály se dnes zpravidla dodávají v elektronické podobě buďto na datových nosičích (např. CD, DVD u tzv. FPP distribucí) nebo jejich distribuce probíhá přes internet (hlavně u tzv. OEM verzí a Free distribucí).

Primární **finanční náklady** vynaložené např. na pořízení licence software nemusejí být vším, co implementace tohoto řešení bude stát. Je třeba pečlivě uvážit, jestli dražší v začátku nemůže být levnější v delším časovém horizontu. Tím je myšleno např. pořízení nového hardware, protože nová technologie si žádá výkonnější stroj, zaškolení pracovníků, kteří se SW budou pracovat, zaplacení podpory atd. Dnes existuje celá řada licencí, od těch, které nabízejí otevřený kód a nic nestojí až po ty, u kterých na prohlížení kódu nemůže být ani pomyslen a stojí nemalé peníze.

Bezpečnost dat, kódu a přenosu informací je velmi důležitá. Nikdo si nepřeje, aby byly citlivé informace přenášeny po síti v nezabezpečené (nekryptované) podobě. Na bezpečnostních standardech opět pracují standardizační organizace např. W3C, ISO, OGC. Ve spojitosti s geoprostorovými daty si OGC a její podvýbor „Security WorkGroup“ za úkol vypracovat standard pro OpenGIS webové služby, který by řešil problematiku autentizace, řízení přístupu, šifrování přenášených dat a licencování webových služeb a nástrojů.

Rozšiřitelnost jednotlivých stavebních kamenů on-line GIS o další prvky je z hlediska dlouhodobosti, škálovatelnosti a perspektivy vývoje důležitý faktor. Při zvolení vhodné technologie je možné využít vlastností jednotlivých technologií, ze kterých je celý systém složen, a aplikaci během vývoje rozšiřovat.

Mezi velké výhody patří **přenositelnost**. Když je software přenositelný, znamená to, že správně funguje na jiném PC, na jiném OS nebo na zcela jiné platformě. Na tomto principu je například založena Java, která k chodu aplikace potřebuje Java Virtual Machine (interpret jazyka), který je obsažen v běhovém prostředí Java Runtime Environment. Aplikace .NET jsou založeny na stejném principu, ale výhody přenositelnosti do jisté míry postrádají, protože běhové prostředí .NET Framework je určeno primárně pro platformu Windows.

Pro pohodlný, rychlý a bezpečný vývoj aplikací jsou nezbytná **vývojová prostředí** – IDE (Integrated Development Environment). IDE pomáhá programátorovi orientovat se v kódu – označuje syntaxi jazyka, obsahuje kompilátor nebo interpret jazyka a často také debugger (softwarový nástroj pro hledání chyb v programech). Některá vývojová prostředí také umožňují pracovat s více programovacími jazyky a obsahují rozhraní pro zásuvné moduly. Existence kvalitních vývojových prostředí je tedy stěžejní a ty se liší nejen ve zmíněných možnostech, ale i v ceně. Pro programovací jazyk JAVA existuje hned několik IDE, která jsou kvalitní a zdarma (Eclipse, NetBeans, jEdit). Pro .NET existuje např. Visual Studio.NET, které je ovšem komerčním produktem (dodává se v různých verzích. Verze Express je pro nekomerční použití a studenty zdarma).

Projekty, programovací jazyky, vývojové nástroje i standardy, které jsou široce podporovány a využívány mají často mohutnou základnu uživatelů. Tato **komunita** rychle reaguje na nové trendy, které aplikuje do aplikací a standardů, poskytuje znalostní podporu pro vývoj, působí jako recenzent a tester a zvláště u open source řešení významně urychluje a zkvalitňuje vývoj.

Předpřipravená řešení, která jsou vývojářům (a nejen jim) k dispozici, opět urychlují a zlevňují vývoj. Programátor totiž není nucen zdržovat se s pro něj marginálními problémy typu vstup/výstup. Opět je důležité, jestli jsou tato předpřipravená řešení k dispozici a případně kolik stojí.

Kompatibilita vývojových prostředí s programovacími jazyky, výsledných programů s databázovými platformami nebo operačním systémem je limitující prvek, který je třeba zvážit hned na začátku vývoje.

Jednotlivá kritéria jsou sice velmi důležitá, ale pravděpodobně neexistuje objektivní způsob jejich srovnání. Například porovnávání rozsahu dokumentace by bylo sice možné, ale každá dokumentace je zpracována jinak a tak by některé části mohly být zpracovány kvalitně, jiné méně kvalitně a některé části, které vývojář hledá a potřebuje, mohou dokonce chybět. Také není jednoduché rozhodnout, jestli porovnávat dokumentaci standardně dodávanou k software, nebo tu, kterou je možné získat on-line (je-li touto cestou vůbec dostupná), tu která je zdarma nebo tu placenou. U srovnávání dalších kritérií je to snad ještě složitější. Bezpečnost dat a kódu bychom mohli porovnávat například na podpoře šifrování a obecně bezpečnostních standardů. U komerčního software ale do implementace vidět není a tak by nezbývalo než důvěřovat produktovým letákům a specifikacím. Naštěstí se jedná o často nasazované, velmi používané a praxí ověřené technologie, které většinu požadavků splňují.

Tab. 4. Hodnocení programovacích jazyků

	JAVA	ASP.NET	JavaScript/AJAX	PHP
Podpora	ano	ano	spíše ne	spíše ne
Dokumentace	ano	ano	ano	ano
Cena	zdarma	komerční	zdarma	zdarma
Bezpečnost	ano	ano	spíše ne	ano
Vývojová prostředí	ano	ano	ano	ano
Rozšiřitelnost	ano	ano	ano	ano
Přenositelnost	ano	ne	ano	ano
Komunita	velká	velká	střední	velká
Předpřipravená řešení	ano	ano	ano	ano
Kompatibilita	ano	částečně	ano	ano

Zdroj: [14], [16], [17], [37], [38], [39], [40], [42], [43]

S klasickou podporou od „výrobce“ se můžeme setkat pouze u prvních dvou kandidátů – Java a .NET. JavaScript ani PHP klasickou podporu nemá. Problém je ale možné konzultovat s vývojáři v komunitě, která je početná u všech řešení. Dokumentace existuje ke všem technologiím v rámci požadavků v dostatečné míře. Podstatný rozdíl je pouze v ceně. Zatímco ASP.NET je placená platforma (placené jsou vývojové nástroje i provozní prostředí – MS Windows Server a Webový server MS IIS), ostatní jsou neplacené programovací jazyky/platformy. Dalším kritériem výběru je existence kvalitních vývojových prostředí. Pro všechny platformy existují kvalitní vývojová prostředí. Ať se jedná o pluginy do osvědčených jako je Eclipse nebo speciálně určená pro konkrétní jazyk. Pro .NET je určeno MS Visual Studio .NET, které je placené (ve studentské, neplnohodnotné verzi zdarma). Kritérium přenositelnosti je splněno u tří platforem. Technologie firmy Microsoft je záměrně nepřenosná právě proto, že jde o komerční produkt. Ovšem existují běhová prostředí i na jiných platformách než Windows pocházející od jiných výrobců. Komunita pracující s danou technologií je velká u všech platforem. V porovnání s ostatními je komunita uživatelů JavaScript/AJAX pravděpodobně nejmenší. Pro všechny technologie opět existují předpřipravená řešení, která jsou buďto zdarma nebo za poplatek. Kompatibilita s OS nebo databázemi je splněna. Výjimkou je již zmiňovaný produkt MS .NET.

Tab. 5. Hodnocení webových serverů

	MS IIS	Apache
Podpora	ano	ano
Dokumentace	ano	ano
Cena	komerční	zdarma
Bezpečnost/SSL	ano	ano
Modularita	ano	ano
Ověřování	ano	ano
Komunita	velká	velká
Škálovatelnost	ano	ano
Kompatibilita	ano	ano

Zdroj: [53]

V tabulce webových serverů jsou zmíněni pouze dva zástupci a to z toho důvodu, že jejich podíl na trhu je zásadní. Jak uvádí graf na Obr. 9 ostatní webové servery dosahují podílu na trhu pod 5 %. Kritéria pro hodnocení webových serverů jsou poněkud odlišná od programovacích jazyků. Důležitá je škálovatelnost výkonu, podpora zabezpečení (SSL – Secure Socket Layer a TLS – Transport Layer Security). Ověřování dává možnost uživateli zobrazit dokumenty, které jsou dostupné po zadání přístupového jména a hesla. Kompatibilita s dalšími

technologiemi je opět důležitá pro spojení s databázemi a podporou programovacích jazyků nebo operačních systémů.

Následující Tab. 6 udává klíčové parametry vybraných databázových platforem. Kromě již nám známých kritérií u databází přibyla položka ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability), která charakterizuje vlastnosti transakčního zpracování, položka podpory transakcí, která je opět splněna u všech platforem a referenční integrita, která se stará o konzistenci propojení tabulek v relačních databázích. Dva produkty jsou komerční a dva open source. Přenositelnost je splněna kromě platformy MS SQL Server u všech databází. Přenositelnost je uvedena v Tab. 2.

Tab. 6. Hodnocení databází

	Oracle	MS SQL Server	MySQL	Postgre SQL
Podpora	ano	ano	částečně	částečně
Dokumentace	ano	ano	ano	ano
Cena	komerční	komerční	zdarma	zdarma
Bezpečnost	ano	ano	ano	ano
Rozšiřitelnost	ano	ano	ano	ano
Přenositelnost	ano	ne	ano	ano
Komunita	velká	velká	velká	velká
Předpřipravená řešení	ano	ano	ano	ano
Kompatibilita	ano	částečně	ano	ano
ACID	ano	ano	ano	ano
Transakce	ano	ano	ano	ano
Referenční integrita	ano	ano	ano	ano
Podpora prostor. dat	ano	ano ¹	částečně	ano ²

Zdroj: [13]

¹ pouze od verze 2008 ² s rozšířením PostGIS

Hodnocení databází ukazuje, že podstatný rozdíl mezi jednotlivými produkty je pouze v ceně a přenositelnosti, kde díky firemní koncepci všech produktů ztrácí MS SQL Server.

5. Návrh on-line GIS

Princip fungování on-line GIS byl vysvětlen v kapitole 2.4 a 2.5. Z uvedených požadavků a vlastností vyplývá schéma fungování, které je uvedeno na Obr. 10. Koncový uživatel požadující zpracovat nějakou GIS úlohu on-line nejprve na aplikačním serveru vyhledá vhodnou funkci a následně i data, která jsou funkcí požadována. Vyhledání funkcí probíhá v databázi komponent, vyhledání dat v metadatovém katalogu. S těmito údaji se již může aplikační server vyřizující uživatele požadavek obrátit přímo na on-line GIS server, kde je zvolená funkce dostupná. Aplikační server předává i odkaz na data. Po zpracování úlohy se data z on-line GIS serveru, který výpočet realizoval, vrací zpět na aplikační server a dále uživateli. Komunikuje-li aplikační server s on-line GIS serverem pomocí standardu OGC WPS 1.0 definující webové procesingové služby používá ke komunikaci s klientem pouze 3 operace. Klient (aplikační server) si může vyžádat seznam dostupných operací (funkcí, úloh) pomocí GetCapabilities, dále popis jednotlivých funkcí pomocí DescribeProcess a konečně příkaz Execute spustí výpočet s definovanými parametry, vstupy a výstupy.

Obr. 10. Schéma propojení jednotlivých komponent on-line GIS v případě tenkého klienta

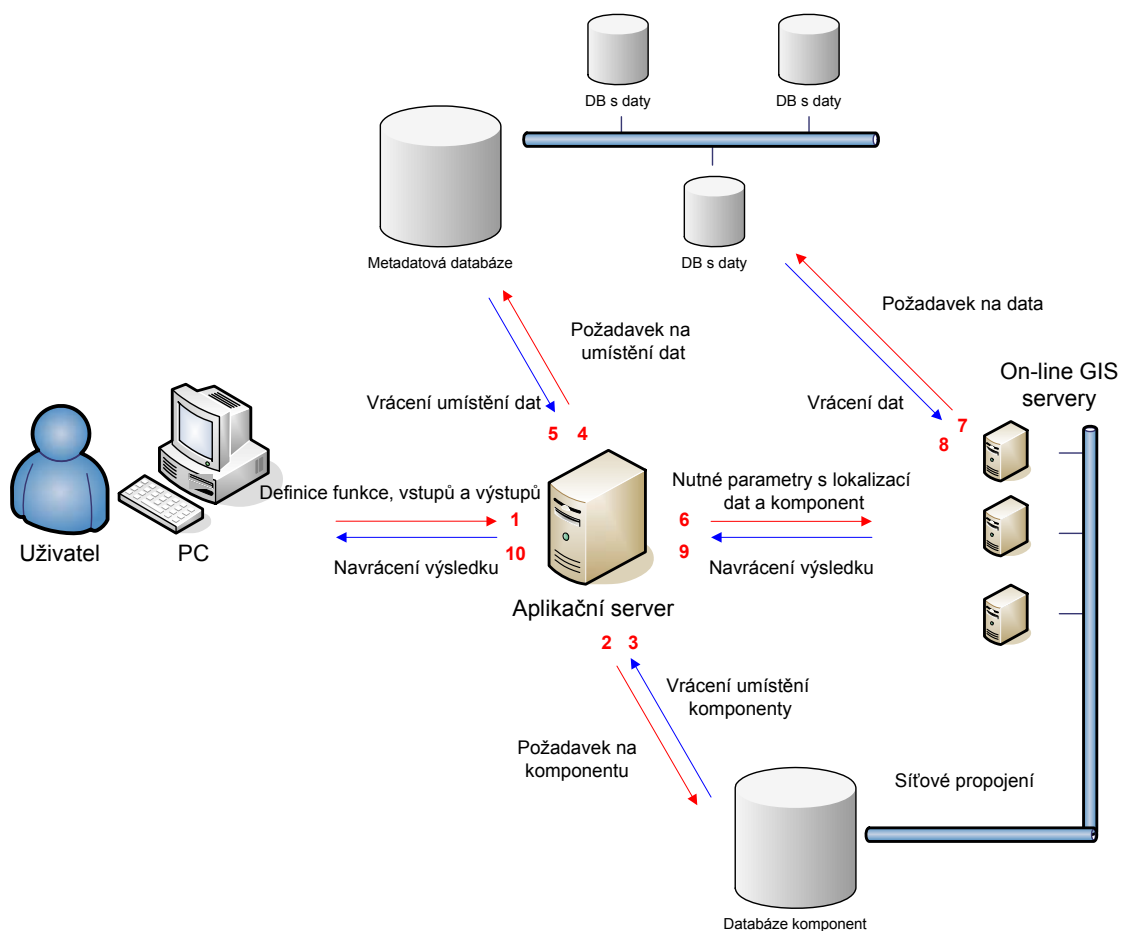


Schéma připravil autor

Schéma na Obr. 10 představuje variantu, kdy klient pracuje s tzv. tenkým klientem, tedy s klientem, který toho neumí tolik, aby se byl schopen sám „domluvit“ s metadatovou databází a databází komponent. Nutno poznamenat, že jednotlivé komponenty musejí být vzájemně propojeny (on-line). Schéma na Obr. 11 ilustruje propojení bez přítomnosti aplikačního serveru.

Obr. 11. Schéma propojení jednotlivých komponent on-line GIS v případě tlustého klienta

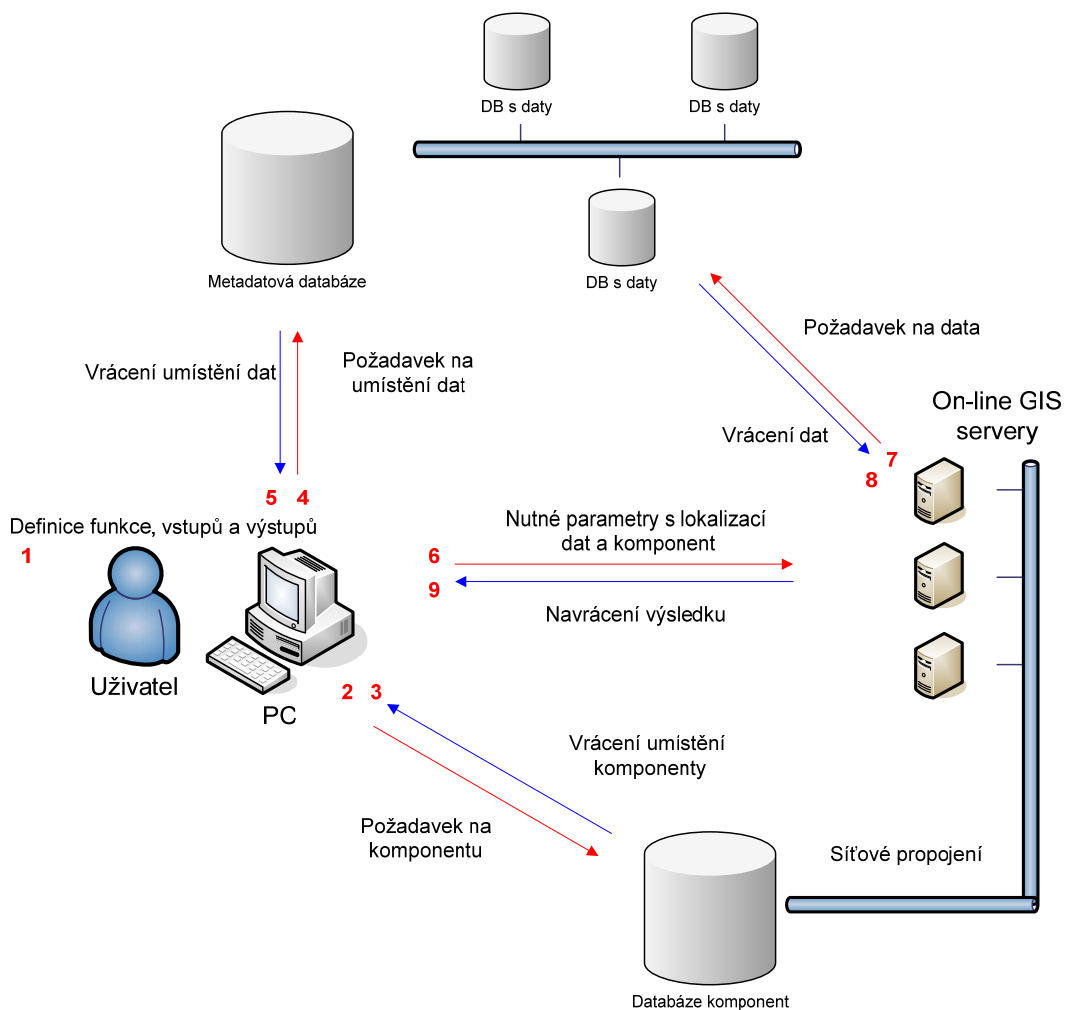


Schéma připravil autor

Schéma se v případě použití tlustého klienta zjednodušilo o jeden prvek. Není potřebný aplikační server, který by byl rozhraním pro klienta a který by zajišťoval komunikaci s metadatovou databází, databází komponent a on-line GIS serverem, který by zpracovával úlohu. Naproti tomu jsou na klienta kladeny větší požadavky. Je nutné mít aplikaci, která bude suplovat aplikační server (např. uDIG, Open Jump).

V případě použití varianty s aplikačním serverem bych doporučil použití osvědčené, bezpečné, moderní a spolehlivé Javy pro aplikaci komunikující s klientem. Java, konkrétně Java servlet byl zvolen proto, že přenositelná, zdarma, existuje pro ni mnoho vývojových prostředí a je robustní a bezpečná. Jako webový server bych zvolil Apache, jehož stručná charakteristika je

shrnutí v kap. 3.6 a kap. 4.1. Pro tuto variantu postačí na straně klienta webový prohlížeč. Operační systém UNIXového typu bude v případě nasazení Apache výhodou díky velké uživatelské komunitě a tedy „znalostního“ zázemí.

Metadatové servery komunikující s aplikačním serverem (tedy databáze komponent a metadatová databáze) mohou být osazeny zdarma dostupnou databází typu MySQL (pokud se budeme držet varianty s minimálními pořizovacími náklady). Databázové servery by měly být vybaveny databází s podporou ukládání prostorových dat, např. Oracle, MS SQL 2008 nebo PostgreSQL s rozšířením PostGIS. Databáze MySQL ukládání prostorových dat podporuje pouze částečně. Síťové spojení mezi jednotlivými komponentami ve schématech na obrázcích 10 až 12 by mělo být založeno s ohledem na vysokou datovou propustnost, rychlou odezvu a spolehlivost spojení. V kapitole 3.2 zmiňovaný moderní širokopásmový druh připojení s propustností 1 000 Mbps je dnes minimálním doporučovaným standardem. V případě většího vytížení je třeba zvolit adekvátní typ připojení.

Pro on-line GIS server, který bude mít na starosti zpracování konkrétní úlohy zadané přes aplikační server, bych doporučil použití velmi zdařilého open source GIS programu GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) ve spojení s rozšířením PyWPS autora Jáchyma Čepického. PyWPS je rozhraní napsané v jazyce Python s nativní podporou GRASSu, [52].

Pro druhou variantu, bez přítomnosti aplikačního serveru, je možné využít již vytvořených aplikací s podporou OGC standardu WPS. Mezi nejpropracovanější patří uDIG (User friendly Desktop Internet GIS) a OpenJump, které jsou naprogramovány v jazyce Java. Mezi jejich nespornou výhodou patří platformová nezávislost (přenositelnost) a fakt, že jsou k dispozici zdarma. Nevýhodou je větší náročnost na paměť a nepatrně nižší rychlost běhu aplikace obvyklá u Javy.

Komunikace s metadatovou databází (katalogem) by měla probíhat na základě protokolu CSW – Catalogue Service for Web jež jako standard přijala v roce 2002 OGC. Tento standard umožňuje spojovat jednotlivé metadatové databáze a vyhledávat v nich jako v celku [50]. Příklad implementace tohoto standardu můžeme najít u České informační agentury životního prostředí – CENIA na stránkách metadatového portálu: <http://mis.cenia.cz>. Jednotný standard pro katalog distribuovaných komponent mi není znám.

Aplikační server s on-line GIS serverem si budou pomocí GML (nebo XML) předávat následující parametry funkcí popsaných v Tab. 7.

Tab. 7. Struktura potřebných parametrů funkcí

Název funkce	Vstup		Výstup	
	Název vrstvy	Typ	Název vrstvy	Typ
clip	Vstupní	body, linie, polygony	Výstupní	body, linie, polygony
	Clip	polygony		
split	Vstupní	body, linie, polygony	Výstupní	body, linie, polygony
	Split	body, linie, polygony		
erase	Vstupní	body, linie, polygony	Výstupní	body, linie, polygony
	Erase	polygony		
identity	Vstupní	body, linie, polygony	Výstupní	body, linie, polygony
	Identity	polygony		
intersect	Vstupní	body, linie, polygony	Výstupní	body, linie, polygony
	Intersect	polygony		
union	Vstupní	body, linie, polygony	Výstupní	body, linie, polygony
	Union	polygony		
merge	Vstupní	body, linie, polygony	Výstupní	body, linie, polygony
	Vstupní	body, linie, polygony		
buffer	Vstupní	body, linie, polygony	Výstupní	body, linie, polygony
	vzdálenost	číslo		

Zdroj: [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28].

Uživatel si na aplikačním serveru vybere požadovanou funkci, zvolí data, nad kterými chce požadovanou funkci provést a po spuštění výpočtu uživatelem předá aplikační server tyto parametry on-line GIS serveru, který bude výpočet realizovat. Komunikace by měla probíhat v GML (Geography Markup Language), které podle normy OGC řeší i specifika geografických dat jakými jsou souřadný systém nebo zobrazení [50].

Obr. 12. Schéma propojení jednotlivých komponent on-line GIS, znázornění použitých technologií, řešení a standardů

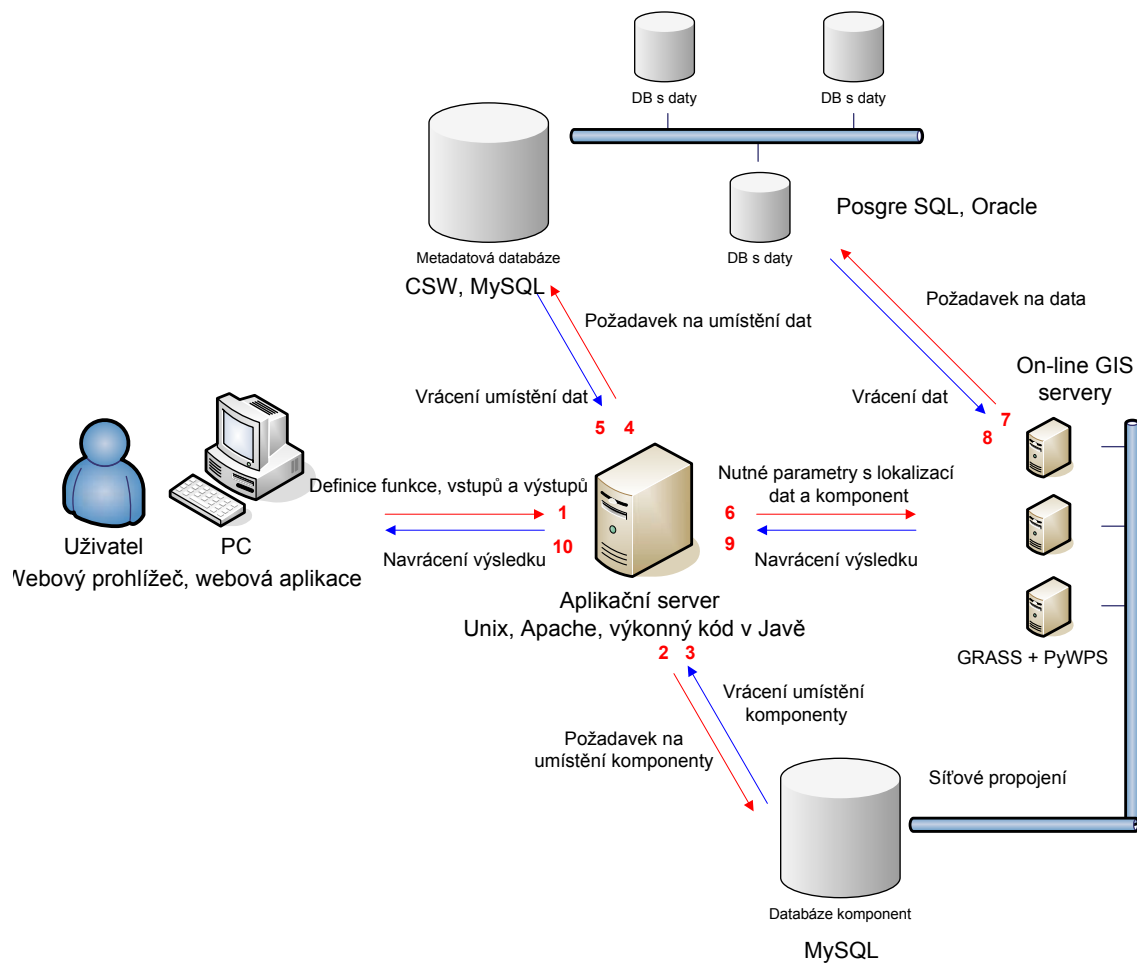


Schéma připravil autor

Příklad žádosti o vykonání procesu může vypadat následovně. Převzato z: [52]

```
http://www.bnhelp.cz/cgi-bin/wps.py?service=WPS&\ version=0.4.0&\
request=Execute&identifier=shortestpath
DataInputs=x1,3310018.025,y1,5553487.845,x2,3736561.110,y2,5523815.282
```

Příklad žádosti v XML:

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8' standalone='yes'?>
<Execute service='wps' version='0.4.0' store='true' status='false'
  xmlns="http://www.opengeospatial.net/wps"
  xmlns:ows="http://www.opengeospatial.net/ows">
  <ows:Identifier>shortestpath</ows:Identifier>
  <DataInputs>
    <Input>
      <ows:Identifier>x1</ows:Identifier>
      <LiteralValue>3310018.025</LiteralValue>
    </Input>
    <Input>
      <ows:Identifier>y1</ows:Identifier>
      <LiteralValue>5553487.845</LiteralValue>
    </Input>
    ...
  </DataInputs>
</Execute>
```

Příklad odpovědi na žádost o vykonání procesu může vypadat následovně. Převzato z: [52]

```
<?xml version="1.0" ?>
<ExecuteResponse ...>
  <ows:Identifier>shortestpath</ows:Identifier>
  <Status>
    <ProcessSucceeded/>
  </Status>
  <ProcessOutputs>
    <Output>
      <ows:Identifier>map</ows:Identifier>
      <ows:Title>Resulting output map</ows:Title>
      <ComplexValueReference
        format="text/xml "
        ows:reference="http://server/wpsoutputs/output2-2006-
        8-21-14-54-42.xml"/>
    </Output>
  </ProcessOutputs>
</ExecuteResponse>
```

6. Shrnutí

Práce uvádí možnosti vybudování systému on-line GIS s přihlédnutím k webovým technologiím, kterými se v současnosti budují weby, jsou diskutovány jejich klady a zápory. Na příkladech vybraných funkcí je naznačeno, jak probíhá komunikace mezi jednotlivými stavebními jednotkami celého distribuovaného systému a kde se používají jaké standardy.

Cílem práce bylo zmapovat webové technologie a navrhnout schéma on-line GIS. V kapitole 3 byly zvoleny podle autora nejpožívanější, nejosvědčenější a nejpoužitelnější technologie pro on-line GIS. Zdůvodnění a především výběr rozhodných kritérií je naznačen v kapitole 4, kde jsou diskutovány jejich klady a zápory.

V kapitole 5 je předložen návrh řešení on-line GIS. Je zde uveden systém komunikace mezi jednotlivými komponentami. Celé řešení je postaveno na principu aplikačního serveru (Obr. 10) a na principu tzv. tlustého klienta (Obr. 11). Je důležité zmínit, že toto schéma není jediné možné. Existuje mnoho variant zapojení jednotlivých serverů od té, kdy webový server, aplikační server a on-line GIS server, na kterém je realizován výpočet, je fyzicky jeden stroj až po mnohavrstvý model, kdy každou část vykonává jiný, samostatný server.

Schéma uvedené na Obr. 12 uvádí použití standardů, webových technologií a jednotlivých řešení. Navržené řešení přináší výhody diskutované u jednotlivých technologií, tedy open source, nezávislost na platformě, spolehlivost a nulové pořizovací náklady na software (to, že je pořízení software zdarma neznamená, že i realizace bude zdarma, viz kapitola 4.1 přímé a nepřímé náklady.) GRASS jako software realizující výpočet zadané úlohy kromě výhod uvedených v kapitole 5 přináší i nevýhody. Jednou z nich je, že tento GIS vznikl postupně v modulech a starší moduly jsou napsány bez podpory vícevláknového zpracování. Tudíž (nejen) složitější výpočty nemohou být efektivně realizovány na víceprocesorovém stroji nebo v clusteru [52]. Relativní pomalost ve srovnání s programem přeloženým do strojového kódu také plyne přímo z podstaty Pythonu. Zdrojové knihovny Pythonu jsou však implementovány v jazyce C a tak rozdíl výkonu není nikterak dramatický [52].

Rozšíření PyWPS má zatím malou uživatelskou základnu a vývoj, ladění a připomínkování probíhá pomaleji. Přes PyWPS není možné ovládat některé funkce GRASSu, což je ovšem dáno tím, že tyto moduly není možné volat z příkazové řádky. Navíc je podporován standard OGC WPS 0.4.0 a to cca z 95 % [52]. I přes tyto nevýhody je to pravděpodobně v současné době nejlepší dostupné řešení, které je zdarma. Komerční produkty firem ESRI, Intergraph nebo například Autodesk zde nejsou diskutovány. Mezi důvody, proč zde nejsou diskutovány, patří i to, že komerční firmy nejdou cestou standardu a jsou finančně nákladné.

V práci jsou k jednotlivým technologiím a standardům uváděny příklady realizace z praxe, k programovacím jazykům nebo jednotlivým funkčním celkům on-line GIS jsou uváděny hotové ať zdarma dostupné nebo komerční řešení.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AJAX – Asynchronous Javascript And XML (asynchronní Javascript a XML)

AP – Access Point (přístupový bod)

API – Application Programming Interface (rozhraní pro programování aplikací)

ArcNet - Attached Resource Computer Network (počítačová síť s propojenými prostředky)

ASP – Active Server Pages (aktivní serverové stránky)

BSD – Berkeley Software Distribution (BSD)

CD – Compact Disc (kompaktní disk)

CDDI – Copper Distributed Data Interface (měděné rozhraní pro distribuovaná data)

CSMA/CA – Carrier Sense with Multiple Access and Collision Avoidance (metoda mnohonásobného přístupu s nasloucháním nosné a vyhnutí se kolizím)

CSMA/CD – Carrier Sense with Multiple Access and Collision Detection (metoda mnohonásobného přístupu s nasloucháním nosné a detekcí kolizí)

CSS – Cascading Style Sheets (tabulky kaskádových stylů)

CSW – Catalogue Service for Web (webová katalogová služba)

DB – DataBase (databáze)

DBMS – DataBase Management System (Systém Řízení Baze Dat - SŘBD)

DGIS – Distributed GIS (Distribuovaný GIS)

DLL – Dynamic Link Library (dynamicky připojená knihovna)

DOM – Document Object Model (objektový model dokumentu)

DVD – Digital Versatile Disc/Digital Video Disc (digitální všestranný disk/digitální video disk)

FDDI – Fiber Distributed Data Interface (optické rozhraní pro distribuovaná data)

FPP – **F**ull **P**ackage **P**roduct (plný krabicový produkt)

Gbps – **G**iga **b**it **p**er **s**econd (giga bit za sekundu)

GIS – **G**eographic **I**nformation **S**ystem (Geografický Informační systém)

GML – **G**eographic **M**arkup **L**anguage (geografický značkovací jazyk)

HDD – **H**ard **D**isk **D**rive (jednotka pevného disku)

HP – **H**ewlett **P**ackard (Hewlett Packard)

HTTP – **H**yper**T**ext **T**ransfer **P**rotocol (Hypertextový protokol)

HW – **H**ard**W**are (technické vybavení)

IBM – **I**nternational **B**usiness **M**achine (IBM)

IDE – **I**ntegrated **D**evelopment **E**nvironment (integrované vývojové prostředí)

IDPL – **I**nitial **D**eveloper's **P**ublic **L**icense (IDPL)

IEEE – **I**nstitute of **E**lectrical and **E**lectronics **E**ngineers (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

IIS – **I**nternet **I**nformation **S**ervice (internetová informační služba)

IPL – **I**nterbase **P**ublic **L**icence (veřejná licence Interbase)

IT/ICT – **I**nformation **T**echnology/ **I**nformation **C**ommunication **T**echnology (Informační technologie/Informační Komunikační Technologie)

LAMP – **L**inux, **A**pache, **M**ySQL, **P**HP nebo Python nebo Perl (LAMP)

LAN – **L**ocal **A**rea **N**etwork (místní síť)

MAC – **M**edia **A**ccess **C**ontroller (MAC)

Mbps – **M**ega **b**it **p**er **s**econd (mega bit za sekundu)

OEM – **O**riginal **E**quipment **M**anufacture

OGC – **O**pen **G**eospatial **C**onsortium (konzorcium pro geoprostorová data a služby)

OODBMS – **O**bject **O**riented **D**ata**B**ase **M**anagement **S**ystem (objektově orientovaný systém řízení báze dat)

OOP – **O**bject **O**riented **P**rogramming (objektově orientované programování)

OS – **O**perating **S**ystem (operační systém)

P2P – **P**eer-**2**-**P**eer (rovný s rovným)

PC – **P**ersonal **C**omputer (osobní počítač)

PDA – **P**ortable **D**igital **A**ssistant (přenosný digitální asistent)

PHP – **P**ersonal **H**ome **P**age resp. **PHP** **H**ypertext **P**reprocessor (osobní domovská stránka, resp. hypertextový preprocesor)

PPC – **P**ocket **P**C (kapesní PC)

RADIUS – **R**emote **A**uthentication **D**ial **I**n **U**ser **S**ervice (Uživatelská vytáčená služba pro vzdálenou autentizaci)

SOAP – **S**imple **O**bject **A**ccess **P**rotocol (protocol pro snadný přístup k objektům)

SQL – **S**tructured **Q**uery **L**anguage (strukturovaný dotazovací jazyk)

SW – **S**oft**W**are (software – programové vybavení)

TP – **T**wisted **P**air (kroucená dvojlinka)

UTP/STP – **U**nshielded/**S**hielded **T**wisted **P**air (nestíněná/stíněná dvojlinka)

W3C – **W**orld **W**ide **W**eb **C**onsortium (World Wide Web Consortium)

WCS – **W**eb **C**overage **S**ervice (webová služba pro přenos datových vrstev)

WEP – **W**ired **E**quivalent **P**rivacy (soulkromí rovnocenné drátovým sítím)

WFS – **W**eb **F**eature **S**ervice (webová služba pro vektorová a prostorová data)

WLAN – **W**ireless **L**ocal **A**rea **N**etwork (bezdrátová místní síť)

WMS – Web Map Service (webová mapová služba)

WPA – Wi-Fi Protected Access (Wi-Fi zabezpečený přístup)

WPS – Web Processing Service (webová služba pro vzdálené zpracování)

WWW – World Wide Web (World Wide Web)

XML – eXtensible Markup Language (rozšiřitelný značkovací jazyk)

XSLT – eXtensible Stylesheet Language Transformations (XSLT)

ZPL – Zope Public License (veřejná licence Zope)

Seznam obrázků

Obr. 1.	Ilustrace funkce CLIP	11
Obr. 2.	Ilustrace funkce SPLIT	12
Obr. 3.	Ilustrace funkce ERASE	12
Obr. 4.	Ilustrace funkce IDENTITY	13
Obr. 5.	Ilustrace funkce INTERSECT.....	13
Obr. 6.	Ilustrace funkce UNION	14
Obr. 7.	Ilustrace funkce MERGE	14
Obr. 8.	Ilustrace funkce BUFFER.....	15
Obr. 9.	Podíl na trhu stránek pro nejpoužívanější web servery napříč všemi doménami v průběhu VIII/1995 – VII/2008	27
Obr. 10.	Schéma propojení jednotlivých komponent on-line GIS v případě tenkého klienta	33
Obr. 11.	Schéma propojení jednotlivých komponent on-line GIS v případě tlustého klienta	34
Obr. 12.	Schéma propojení jednotlivých komponent on-line GIS, znázornění použitých technologií, řešení a standardů	37

Seznam tabulek

Tab. 1.	Porovnání Desktop a on-line GIS.....	19
Tab. 2.	Vybrané relační databázové platformy.	23
Tab. 3.	Vybrané objektové databázové platformy.....	23
Tab. 4.	Hodnocení programovacích jazyků.....	30
Tab. 5.	Hodnocení webových serverů	31
Tab. 6.	Hodnocení databází	32
Tab. 7.	Struktura potřebných parametrů funkcí.....	36

Seznam použitých zdrojů

- [1] PENG, Zhong-Ren , TSOU, Ming-Hsiang . *Internet GIS : Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks*. 2003th edition. [s.l.] : [s.n.], 2003. 679 s. ISBN 0-471-35923-8.
- [2] BŘEHOVSKÝ, Martin, JEDLIČKA, Karel. *Úvod do geografických informačních systémů: Přednáškové texty* [online]. 9.2.2005. Plzeň: ZČU, [2005] [cit. 2008-07-14]. Dostupný z WWW: <<http://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf>>.
- [3] PACINA, Jan, JANEČKA, Karel. *Výukové materiály k předmětu KMA/UGI* [online]. 2005 [cit. 2008-07-14]. Dostupný z WWW: <<http://gis.zcu.cz/studium/ugi/cviceni/index.html>>.
- [4] *What is GIS?* [online]. [2007] [cit. 2008-07-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.gis.com/whatisgis/index.html>>.
- [5] Krajský úřad Libereckého kraje. *Co je GIS?* [online]. [2007] [cit. 2008-07-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.kraj-lbc.cz/index.php?page=1465>>.
- [6] VODSLOŇ, Jiří, HALOUNOVÁ, Lenka, PAVELKA, Karel. *Co je to GIS?* [online]. [2006] [cit. 2008-07-14]. Dostupný z WWW: <<http://cecwi.fsv.cvut.cz/gis/>>.
- [7] ADÁMEK, Petr. *Ročníkový projekt* [online]. 1999 [cit. 2008-07-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.herkules.cz/doc/rp/node7.html>>.
- [8] Počítačové sítě: *Topologie sítí* [online]. 2001 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <<http://site.the.cz/index.php?id=15>>.
- [9] Wikipedie, otevřená encyklopedie: *Ethernet* [online]. 2002, 31. 7. 2008 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Ethernet>>.
- [10] Wikipedie, otevřená encyklopedie: *RADIUS* [online]. 2002, 27. 2. 2008 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/RADIUS>>.
- [11] PUŽMANOVÁ, Rita. *Bezdrátové lokální sítě WLAN podle IEEE* [online]. Lupa.cz, 2002 , 9.4.2002 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.lupa.cz/clanky/bezdratove-lokalni-site-wlan-podle-ieee/>>.

-
- [12] Wikipedia, the free encyclopedia: *Wi-Fi Protected Access* [online]. 2001, 4 August 2008 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi_Protected_Access>.
- [13] Wikipedia, the free encyclopedia: *Comparison of relational database management systems* [online]. 2001, 30 July 2008 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_relational_database_management_systems>.
- [14] Wikipedia, the free encyclopedia: *List of CLI languages systems* [online]. 2001, 29 July 2008 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/.NET_Languages>.
- [15] Wikipedie, otevřená encyklopedie: *Document Object Model* [online]. 2002, 23. 5. 2008 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Document_Object_Model>.
- [16] Wikipedie, otevřená encyklopedie: *Java* [online]. 2002, 5. 8. 2008 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Java>>.
- [17] Wikipedia, the free encyclopedia: *ASP.NET* [online]. 2001, 4 August 2008 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/ASP.NET>>.
- [18] Open Geospatial Consortium. *Web Coverage Service* [online]. 2008 [cit. 2008-08-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wcs>>.
- [19] *ArcGIS Desktop Help 9.2 Example geoprocessing service* [online]. 2007, November 9, 2007 [cit. 2007-08-12]. Dostupný z WWW: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=911&pid=909&topicname=Example_geoprocessing_service>.
- [20] *NaturNet - Open GIS WEB service* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.naturnet.org/index.php?mid=2&smid=4&lng=cz>>.
- [21] *ArcGIS Desktop Help 9.2 Clip (Analysis)* [online]. 2007 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1089&pid=1088&topicname=Clip_\(Analysis\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1089&pid=1088&topicname=Clip_(Analysis))>.

- [22] *ArcGIS Desktop Help 9.2 Split (Coverage)* [online]. 2007 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW:
<[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1330&pid=1327&topicname=Split_\(Coverage\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1330&pid=1327&topicname=Split_(Coverage))>.
- [23] *ArcGIS Desktop Help 9.2 Erase (Coverage)* [online]. 2007 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW:
<[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1337&pid=1336&topicname=Erase_\(Coverage\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1337&pid=1336&topicname=Erase_(Coverage))>.
- [24] *ArcGIS Desktop Help 9.2 Identity (Analysis)* [online]. 2007 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW:
<[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1098&pid=1096&topicname=Identity_\(Analysis\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1098&pid=1096&topicname=Identity_(Analysis))>.
- [25] *ArcGIS Desktop Help 9.2 Intersect (Coverage)* [online]. 2007 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW:
<[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1339&pid=1336&topicname=Intersect_\(Coverage\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1339&pid=1336&topicname=Intersect_(Coverage))>.
- [26] *ArcGIS Desktop Help 9.2 Union (Coverage)* [online]. 2007 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW:
<[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1340&pid=1336&topicname=Union_\(Coverage\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1340&pid=1336&topicname=Union_(Coverage))>.
- [27] *ArcGIS Desktop Help 9.2 Merge (Data Management)* [online]. 2007 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW:
<[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1567&pid=1562&topicname=Merge_\(Data_Management\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1567&pid=1562&topicname=Merge_(Data_Management))>.
- [28] *ArcGIS Desktop Help 9.2 Buffer (Coverage)* [online]. 2007 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW:
<[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1348&pid=1347&topicname=Buffer_\(Coverage\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1348&pid=1347&topicname=Buffer_(Coverage))>.
- [29] Wikipedie, otevřená encyklopedie: *Technologie* [online]. 2002, 17. 3. 2008 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Technologie>>.

-
- [30] Wikipedie, otevřená encyklopedie: *Relační databáze* [online]. 2002, 4. 7. 2008 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Relační_databáze>.
- [31] ŠVEC, Martin. *Objektové databáze* [online]. 2003, 1. července 2003 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.fit.vutbr.cz/study/courses/VPD/public/0203VPD-Svec.pdf>>.
- [32] Zope Comunity. *Zope.org - What is Zope?* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.zope.org/WhatIsZope>>.
- [33] Db4objects, Inc.. *Db4objects - product information* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.db4o.com/about/productinformation/>>.
- [34] Intersystems Caché. *Intersystems Caché - Platform Information and Release Notes* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.intersystems.com/cache/technology/product-tables/current-prodlist.html>>.
- [35] Wikipedia, the free encyclopedia: *Object database* [online]. 11 August 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/ODBMS>>.
- [36] RÖSLER, Wolfram. *The Hello World Collection* [online]. 2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.roesler-ac.de/wolfram/hello.htm>>.
- [37] Wikipedie, otevřená encyklopedie. *Programovací jazyky* [online]. 2002, 4.8.2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Programovac%C3%AD_jazyk>.
- [38] Wikipedie, otevřená encyklopedie. *Java* [online]. 2002, 10.8.2008 [cit. 2008-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Java>>.
- [39] Wikipedia, the free encyclopedia: *.NET Languages* [online]. 2001, 11 August 2008 [cit. 2008-08-04]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/.NET_Languages>.
- [40] Wikipedia, the free encyclopedia: *.NET* [online]. 2001, 12 August 2008 [cit. 2008-08-08]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/.NET>>.
- [41] Wikipedia, the free encyclopedia: *AJAX (Programming)* [online]. 2001, 8 August 2008 [cit. 2008-13-08]. Dostupný z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_\(programming\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_(programming))>.

-
- [42] Wikipedie, otevřená encyklopedie: *PHP* [online]. 2002, 4. 8. 2008 [cit. 2008-13-08]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/PHP>>.
- [43] Wikipedia, the free encyclopedia: *PHP* [online]. 2001, 12 August 2008 [cit. 2008-13-08]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/PHP>>.
- [44] Autodesk. *Autodesk MapGuide Enterprise* [online]. 2008 [cit. 2008-04-13]. Dostupný z WWW: <<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?id=6546938&siteID=123112>>.
- [45] University of Minnesota. *UMN MapServer* [online]. 2008 [cit. 2008-04-13]. Dostupný z WWW: <<http://mapserver.gis.umn.edu/community>>.
- [46] *Geoservers Contributors* [online]. 2008 [cit. 2008-08-13]. Dostupný z WWW: <<http://geoserver.org/display/GEOS/Contributors>>.
- [47] Netcraft Ltd.. *Web Survey Archives - Netcraft* [online]. 2008 [cit. 2008-08-13]. Dostupný z WWW: <http://news.netcraft.com/archives/web_server_survey.html>.
- [48] Wikipedie, otevřená encyklopedie: *Programovací jazyk* [online]. 2002, 4. 8. 2008 [cit. 2008-13-08]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Programovací_jazyk>.
- [49] ČEPICKÝ, Jáchym. *PyWPS 2.0.0* [online]. 2008 [cit. 2008-08-21]. Dostupný z WWW: <<http://les-ejk.cz/2007/10/pywps-200/>>.
- [50] OŽANA, Roman. *OGC Catalogue Services CSW* [online]. 2007 [cit. 2008-08-21]. Dostupný z WWW: <<http://gis.vsb.cz/Ruzicka/Seminare/Inter2/prezentace/CSW.pdf>>. Open Geospatial Consortium. *Web Processing Service* [online]. 2008 [cit. 2008-08-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wps>>.
- [51] Open Geospatial Consortium. *Geography Markup Language* [online]. 2008 [cit. 2008-08-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>>.
- [52] ČEPICKÝ, Jáchym. *GRASS jde na web: PyWPS* [online]. 2007 [cit. 2008-08-22]. Dostupný z WWW: <http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2007/sbornik/Referaty/Sekce5/cepicky-grass_goes_webPoRecenzi.pdf>.
- [53] *The Apache HTTP Server* [online]. 2008 [cit. 2008-08-22]. Dostupný z WWW: <<http://httpd.apache.org/>>.

-
- [54] *Python documentation* [online]. 2008 [cit. 2008-08-22]. Dostupný z WWW:
<<http://www.python.org/doc/>>.
- [55] CASCADOSS. 2007. *Evaluation Criteria for Open Source GIS and RS software*
[elektronický zdroj, e-mail]. 2007, 2007-05-01 [cit. 2008-08-22].

Seznam příloh

Příloha 1 CD s elektronickou verzí práce